

# Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta

Vuosiraportti 2007

Erja Kainulainen (toim.)

# Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta

Vuosiraportti 2007

Erja Kainulainen (toim.)

ISBN 978-952-478-339-2 (nid.) Yliopistopaino, Helsinki 2008  
ISBN 978-951-478-340-8 (pdf)  
ISSN 0781-1713

KAINULAINEN Erja (toim.). Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2007. STUK-B 89. Helsinki 2008. 80 s. + liitteet 68 s.

**Avainsanat:** ydinenergia, ydinlaitos, ydinjäte, ydinmateriaalivalvonta, viranomaisvalvonta, tunnusluvut

## Tiivistelmä

Raportissa kerrotaan ydinenergian käytön turvallisuusvalvonnasta vuonna 2007.

Ydinturvallisuusvalvonta kohdistui ydinlaitosten suunnitteluun, rakentamiseen, käyttöön, ydinjätehuoltoon ja ydinmateriaaleihin. Raportti on ydinenergia-asetuksen 121 §:n edellyttämä Säteilyturvakeskuksen (STUK) selvitys kauppa- ja teollisuusministeriölle ydinenergian-alan valvontatoiminnasta.

Olkiluodon ja Loviisan ydinvoimalaitoksilla ei sattunut tapahtumia, jotka olisivat vaarantaneet ydinenergian käytön turvallisuuden. Olkiluoto 2:lla tapahtui vuonna 2007 kolme reaktoripikasulkua häiriöiden seurauksena. Määrä on huomattavasti korkeampi kuin viime vuosina keskimäärin. Tapahtumien turvallisuusmerkitys oli pieni.

Yhdenkään ydinvoimalaitostyöntekijän saama säteilyannos ei ylittänyt henkilökohtaisen annoksen rajaa. Radioaktiivisten aineiden päästöt olivat pienet, ja niiden perusteella laskettu säteilyannos sekä Loviisan että Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristön eniten altistuneelle asukkaalle oli selvästi alle valtioneuvoston päätöksessä asetetun rajan.

Loviisan ydinvoimalaitoksen turvallisuutta arvioitiin vuonna 2007 tavanomaista enemmän ja laajemmin laitoksen käyttöluvan uusimisen vuoksi. STUKin arvion mukaan laitos on turvallinen ja sitä käytetään hyvin, minkä perusteella STUK puolsi käyttöluvan jatkamista kummallekin laitostyöntekijälle 50 vuoden käyttöikään saakka. Lupaehtojen mukaan Loviisan ydinvoimalaitokselle on tehtävä seuraavalla lupakaudella kaksi määräaikaista turvallisuusarviota vuosien 2015 ja 2023 loppuun mennessä.

STUKin toiminnan vaikuttavuutta eli ydinlaitosturvallisuutta kuvaavat tunnusluvut eivät osoittaneet sellaisia muutoksia, että ne olisivat edellyttäneet STUKin välitöntä reagointia.

Vuonna 2007 STUK tarkasti Olkiluoto 3:n yksityiskohtaista suunnittelua ja valvoi laitteiden valmistusta valmistuspaikoilla ja laitoksen rakentamista Olkiluodossa. STUK voi valvonnan tulosten perusteella todeta, että suunnittelumuutoksista sekä rakentamisessa ja valmistuksessa esiin tulleista puutteista huolimatta laitoksen alkuperäiset turvallisuus- ja laatuvaatimet saavutetaan.

Posiva Oy rakentaa Olkiluotoon ydinpolttoaineen loppusijoituksen maanalaista tutkimus-tilaa. STUK valvoo turvallisuuden kannalta tärkeiden rakenteiden ja järjestelmien suunnittelua ja toteutusta eikä ole havainnut turvallisuutta vaarantavia poikkeamia.

FiR 1 -tutkimusreaktorilla ei ollut turvallisuutta vaarantaneita tapahtumia.

Tutkimusreaktorin työntekijöiden säteilyannokset ja radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön alittivat asetetut raja-arvot selvästi.

Ydinjätehuollossa ei sattunut turvallisuutta vaarantaneita tapahtumia.

Ydinmateriaalivalvonnalla todennettiin, että ydinmateriaaleja käytettiin voimassa olevien säännösten mukaisesti ja että ydinmateriaalikirjanpito vastasi todellisuutta.

STUK todensi, että ydinlaitoksen haltijoiden vahingonkorvausvastuu ydinvahingon varalta on hoidettu lainsäädännön edellyttämällä tavalla.

Ydinturvallisuusvalvonnan kokonaiskustannukset vuonna 2007 olivat 13,2 milj. euroa.

Maksullisen valvontatoiminnan kustannukset olivat yhteensä 12,0 milj. euroa, ja ne perittiin täysimääräisesti luvanhaltijoilta ja -hakijoilta.

# Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	3
ESIPUHE	7
1 YDINTURVALLISUUSVALVONTA JA VALVONNAN PERUSTEET	11
2 YDINENERGIAN KÄYTÖN VALVONNAN KOHTEET	18
Loviisan voimalaitos	18
Olkiluodon voimalaitos	18
Onkalo	19
Tutkimusreaktori	19
3 SÄÄNNÖSTÖN KEHITTÄMINEN JA TÄYTÄNTÖÖNPANO	20
4 YDINLAITOSTEN VALVONTA JA VALVONNAN TULOKSET VUONNA 2007	23
4.1 Loviisan ydinvoimalaitos	23
4.1.1 Loviisan voimalaitoksen turvallisuuden kokonaisarviointi	23
4.1.2 Valvonta ja havainnot	24
4.2 Olkiluodon ydinvoimalaitosyksiköt 1 ja 2	36
4.2.1 Olkiluodon ydinvoimalaitoksen yksiköiden 1 ja 2 turvallisuuden kokonaisarviointi	36
4.2.2 Valvonta ja havainnot	37
4.3 Olkiluoto 3:n rakentamisen valvonta	46
4.3.1 Olkiluoto 3:n turvallisuuden kokonaisarviointi	46
4.3.2 Valvonta ja havainnot	47
4.4 Tutkimusreaktori	53
4.5 Varautuminen uusiin hankkeisiin	53
5 YDINJÄTEHUOLLON VALVONTA	54
5.1 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitushankkeen valvonta	54
5.1.1 Tutkimustilan rakentamisen valvonta (ONKALO-valvonta)	55
5.1.2 Loppusijoituksen turvallisuusperustelujen tarkentamiseksi tehtävän tutkimus-, kehitys ja suunnittelutyön arviointi ja valvonta (TKS-valvonta)	56
5.1.3 Ydinenergia-asetuksen mukaiset lausunnot	58
6 YDINSULKUVALVONTA	60
6.1 Ydinmateriaalivalvonnan tarkastustoiminta ja tulokset 2007	61
6.2 Ydinkoekiellon valvonta	63

7	TURVALLISUUSTUTKIMUS	64
8	YDINLAITOSTEN VALVONTA JA VALVONNAN KEHITTÄMINEN	66
8.1	Prosessit ja rakenteet	66
8.1.1	Asiakirjojen käsittely	66
8.1.2	Ydinvoimalaitospaikoilla ja toimittajien luona tehdyt tarkastukset	67
8.1.3	Oman toiminnan kehittäminen	67
8.2	Uudistuminen ja työkyky	70
8.3	Talous ja resurssit	70
9	VALMIUSTOIMINTA	73
10	VIESTINTÄ	74
11	KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ	75
11.1	Kansainväliset sopimukset	75
11.2	Yhteistyö kansainvälisissä organisaatioissa ja kahdenvälinen yhteistyö	75
11.3	Muu yhteistyö	78
	LIITE 1 YDINLAITOSTURVALLISUUDEN TUNNUSLUVUT VUODELTA 2007	81
	LIITE 2 YDINVOIMALAITOKSILLA TYÖSKENNELLEIDEN SÄTEILYANNOSJAKAUMAT VUONNA 2007	132
	LIITE 3 YDINVOIMALAITOSTEN POIKKEUKSELLISET KÄYTTÖTAPAHTUMAT	133
	LIITE 4 STUKIN MYÖNTÄMÄT YDINENERGIALAIN MUKAISET LUVAT 2007	140
	LIITE 5 YDINVOIMALAITOSTEN KÄYTÖN TARKASTUSOHJELMA	142
	LIITE 6 YDINVOIMALAITOSTEN RAKENTAMISEN AIKAINEN TARKASTUSOHJELMA	143
	LIITE 7 VUONNA 2007 VALMISTUNEET STUKIN RAHOITTAMAT TOIMEKSIANNOT	144
	LIITE 8 SANASTO JA LYHENTEET	147

# Esipuhe

*Jukka Laaksonen*

Suomen ydinvoimalaitosten käyttötulokset vuodelta 2007 osoittavat, että luvanhaltijat ovat huolehtineet hyvin laitostensa turvallisuudesta ja käyttövarmuudesta. Sekä laitosten kuntoa että käyttötoiminnan laatua kuvaavat indikaattorit kehittyivät myönteisesti. Turvallisuutta vaarantaneita poikkeuksellisia tapahtumia ei ollut, ja käyttöön vaikuttaneita laitevikoja oli erittäin vähän. Laitteiden uudistamista ja turvallisuusjärjestelmien parantamista jatkettiin molemmilla voimalaitoksilla pitkäjänteisesti. Vuonna 2007 oli käynnissä useita ydinturvallisuuden kannalta tärkeitä hankkeita.

Loviisan voimalaitoksen käyttö lupien uudistamista varten Säteilyturvakeskus teki kattavan turvallisuusarvion, jonka perusteella se saattoi suositella käyttö lupien jatkamista siihen asti kunnes kumpikin laitosyksikkö saavuttaa 50 vuoden iän. Arvioinnin yhteydessä todettiin valvontahavaintojen ja tunnuslukujen perusteella, että laitoksen ikääntymiseen liittyvää mahdollista kielteistä vaikutusta ei ole havaittavissa. Tämä on osoitus laitteiden käyttöön hallinnan toimivuudesta ja laitteiden onnistuneesta kunnossapidosta. Tärkeä tekijä laitteiden kunnan ylläpitämisessä on ollut myös onnistunut vesikemia. Laitoksen turvallisuus on käyttöön otosta lähtien parantunut jatkuvasti sekä käyttötoiminnan ja -ohjeiden parantumisen että henkilökunnan lisääntyneen ammattitaidon ansiosta. Myös rakenteellisiin tekijöihin perustuvaa turvallisuutta on kehitetty johdonmukaisesti; aluksi kvalitatiivisin tarkasteluin tunnistettuja riskejä poistamalla ja myöhemmin hyödyntämällä yksityiskohtaista todennäköisyyspohjaista riskianalyysiä. Tämän analyysin kattavuutta on parannettu ja sen tarkkuutta on lisätty jatkuvasti siitä lähtien, kun ensimmäinen versio valmistui vuonna 1989. Erityisen myönteisiä kokemuksia Loviisan voimalaitoksella on saatu venäläisen ydinpolttoaineen laadusta: tämän vuosituhannen puolella ei ole havaittu yhtään vuotavaa polttoainesauvaa.

Suomen ydinvoimalaitoksilla työskennelleiden henkilöiden yhteenlaskettu säteilyannos oli käytön alkuvuosina maailman ydinvoimalaitosten välisessä vertailussa erittäin pieni. Sen jälkeen muualla maailmassa on onnistuttu pienentämään säteilyannoksia huomattavasti, mutta vastaavaa kehitystä ei ole nähty Suomessa. Viime vuoden kuluessa Säteilyturvakeskus ja molemmat voimayhtiöt etsivät järjestelmällisesti keinoja työntekijöiden säteilyannosten alentamiseen ja toteuttivat tässä tarkoituksessa erilaisia toimenpiteitä. Työntekijöiden säteilyannokset olivatkin vuonna 2007 kaikkien aikojen pienimmät, mutta lyhyiden seisokkien ja seisokeissa tehdyn suhteellisen pienen työmäärän vuoksi on ennaikaista vetää johtopäätöksiä pysyvästä parannuksesta työntekijöiden säteilysuojelussa.

Molempien ydinvoimalaitosten johdossa ja asiantuntijatehtävissä on käynnissä sukupolven vaihdos. Tämän on todettu tapahtuvan ongelmitta, ja tehtäviinsä motivoituneita nuoria henkilöitä on palkattu kouliintumaan vanhempien rinnalle riittävän aikaisin, jotta toiminnan jatkuvuus voidaan varmistaa. Kummallekin laitokselle hyväksyttiin loppuvuoden aikana uusi vastaava johtaja.



Ydinvoimalaitosten prosesseissa syntyneitä radioaktiivisia jätteitä kertyi ennakoidulla tavalla. Niiden käsittely ja loppusijoitus maanalaisiin tiloihin tapahtui hallitusti.

Säteilyturvakeskus valvoi kummankin käytössä olevan ydinvoimalaitoksen turvallisuutta noin 10 henkilötyövuoden suuruisella työpanoksella. Valvontaan käytetty työmäärä on ollut likipitään sama viimeksi kuluneet neljä vuotta eli sen ajan, jonka kuluessa rakenteilla oleva Olkiluoto 3 ydinvoimalaitosyksikkö on vienyt suurimman osan valvontaresursseista. Ennen rakentamishankkeen alkua käytössä olevien laitosten valvontaan käytettiin joka vuosi jonkin verran enemmän henkilöresursseja, ja vähennystä aiempaan verrattuna on ollut 2–3 henkilötyövuotta kummallakin laitostyksiköllä. Valvonnalle asetetut tavoitteet on kuitenkin saavutettu yhtä hyvin kuin aikaisemmin. Olkiluoto 3 -yksikön suunnittelun, laitevalmistuksen ja rakentamisen valvontaan käytettiin 29 henkilötyövuotta, mikä oli hieman enemmän kuin edellisinä vuosina. Työmäärä tulee edelleen kasvamaan vuosina 2008–2009, jolloin laitevalmistusta ja asennustöitä tehdään runsaasti. Valvontatyön nykyinen rahoituskäytäntö, suora laskutus luvanhaltijoilta Säteilyturvakeskukselle todellisten kustannusten mukaan, on osoittautunut hyvin toimivaksi ja sen ansiosta valvontaa on voitu lisätä todellisen tarpeen mukaisesti.

Uuden ydinvoimalaitosyksikön rakentamista Olkiluotoon hidasti reaktorin suojarakennuksen teräsverhouksen valmistamisessa tehtyjen virheiden korjaaminen. Myös ennakoitua vaativammaksi osoittautunut suojarakennuksen rakentaminen eteni tavoiteaikataulua hitaammin. Työmaatoiminnan organisointi ja johtaminen oli kuitenkin hallittua, ja valmiin työn laatu todettiin asianmukaiseksi. Useiden Olkiluoto 3 -laitosyksikölle tarkoitettujen rakenteiden ja laitteiden valmistuksessa laatustandardien mukaisiksi esiintyi edelleen vaikeuksia. Osa näistä vaikeuksista saattaa viivästyä laitoksen valmistumista, mutta hyväksyttyjen valmiiden tuotteiden laadusta ei tingitty. Rakentamisen valvonnasta saadut kokemukset vahvistivat entisestään käsitystä kattavan tarkastustoiminnan tärkeydestä, kun halutaan varmistua suunnitelmien edellyttämästä laadusta. Rakennuttavan voimayhtiön toiminnan valvontaa jatkettiin rakentamisen alusta alkaen käytössä olleella tarkastusohjelmalla. Järjestelmällinen tarkastustapa on osoittautunut hyväksi työkaluksi voimayhtiön toiminnan arvioinnissa. Valvontatyöstä aiheutuvien viiveiden välttämiseksi kehitettiin toimintatapoja kokemusten pohjalta ja tehostettiin yhteydenpitoa toimituksiin osallistuvien organisaatioiden kanssa.

Vuoden mittaan käynnistyi kolme uutta erillistä ydinvoimalaitoksen rakentamiseen tähtäävää ympäristövaikutusten arviointia. Säteilyturvakeskus tarkasti arviointisuunnitelmat lähinnä kattavuuden ja annettavien tietojen oikeellisuuden varmistamiseksi. Samanaikaisesti alettiin perehtyä voimayhtiöiden pyynnöstä ja niiden kustannuksella mahdollisesti kyseeseen tuleviin laitostyyppeihin. Varautuminen on välttämätöntä, jotta Säteilyturvakeskus pystyisi ripeästi esittämään omat turvallisuusarvionsa mahdollisiin periaatepäätöksiin liittyen. Osana varautumista mahdollisiin tuleviin ydinvoimalaitoshankkeisiin Säteilyturvakeskus jatkoi yhdessä kauppa- ja teollisuusministeriön kanssa ydinenergiainsäädännön kokonaisuudistuksen valmistelua. Työssä korostettiin ydinenergian käyttäjien mukanaoloa sääntöjen kaikissa uudistusvaiheissa heti alusta lukien.

Uusien ydinlaitoshankkeiden vaatiman työmäärän vuoksi suunniteltiin ydinlaitosten valvonnasta vastaavan osaston organisaatiomuutos, joka otetaan käyttöön vuonna 2008. Aikaisemmin suurelta osin osastopäällikön vastuulla ollutta päätöksentekoa jaetaan kolmelle ryhmäpäällikölle, jotka muodostavat uuden organisaatiotason toimistojen yläpuolelle.

Posiva Oy jatkoi käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen kehittämiseksi tarvittavan tutkimustilan rakentamista louhimalla tilaan johtavaa tunnelia ja kuiluja. Louhinta eteni vuoden 2007 kuluessa yli puoleen väliin lopullisesta tavoitteesta. STUK valvoi työtä varautuen siihen mahdollisuuteen, että tunneli ja kuilut tulevat aikanaan johtamaan varsinaiseen loppusijoitustilaan. Loppusijoituksen turvallisuuden osoittaminen tulee perustumaan ensisijaisesti radioaktiivisten aineiden leviämistä estävien rakenteiden luotettavuuteen. Nämä rakenteet koostuvat kaasutiiviistä kuparikapselista ja sen ympärillä olevasta bentoniittisavesta. Loppusijoitushankkeen painopisteen siirtyessä tekniseen suunnitteluun ja rakentamiseen Säteilyturvakeskus organisoivat valvontansa työmäärän lisääntymistä ja tehtävien muutosta vastaten. Samalla se hankki palvelukseensa useita eri alojen asiantuntijoita ja tiivistä turvallisuusvalvontaa suoraan tukevan kansainvälisen asiantuntijajärjestön toimintaa.

Poikkeuksellisiin säteilytilanteisiin varautuminen Suomessa saatiin uudistettua monivuotisen työn jälkeen. Automaattisesti hälyttävä säteilyvalvontaverkko on Suomessa nyt luotettava, yksittäisiä laitevikoja hyvin sietävä ja riittävän tiheä. Säteilyturvakeskuksen oman käsityksen mukaan se on maailman paras ja toteutettu kustannustehokkaimmalla tavalla. Myös viranomaisten yhteiset toimenpiteet laskeumatilanteen hallitsemiseksi on suunniteltu Säteilyturvakeskuksen johdolla tavalla, joka toimii kansainvälistä kiitosta saaneena mallina muillekin maille. Elintarvikkeiden mittaamiseen tarvittava kunnallisista ja yksityisistä laboratorioista koostuva verkosto on varustettu uudella kalustolla ja näiden laboratorioiden henkilöstölle on annettu koulutus.

Kokemuksia uudistetusta ydinsulkusopimuksen mukaisesta ydinmateriaalivalvonnasta ja erityisesti IAEA:n, EU:n ja kansallisten viranomaisten keskinäisestä työnjaosta saatiin runsaasti. STUK työskenteli aktiivisesti optimaalisen työnjaon löytämiseksi eri osapuolten välillä ja pyrki näyttämään hyvää esimerkkiä siitä, miten saadaan aikaan hyvin toimivat ja riittävän luottamuksen antavat menettelytavat. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen sopivaa ydinmateriaalivalvonnan mallia kehitettiin edelleen rinnan loppusijoitustilaan johtavan tunnelin louhinnan kanssa.



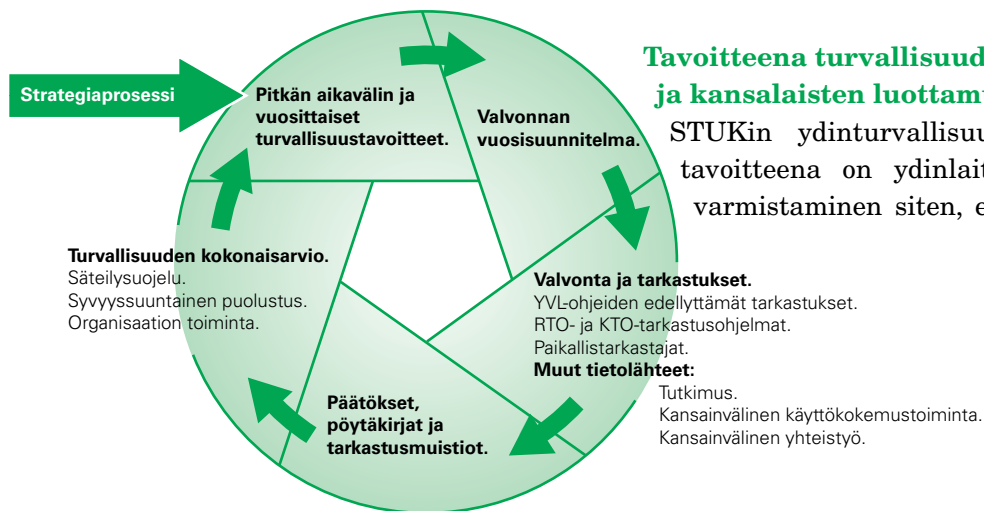
# 1 Ydinturvallisuusvalvonta ja valvonnan perusteet

## STUKin valvontatyö perustuu ydinenergialakiin

Ydinenergian käytön turvallisuuden valvonta kuuluu Säteilyturvakeskukselle (STUK). STUKin tehtävänä on myös huolehtia turva- ja valmiusjärjestelyjen valvonnasta sekä ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisesta ydinmateriaalien valvonnasta.

## STUK asettaa ydinturvallisuutta koskevia yksityiskohtaisia vaatimuksia

STUK osallistuu erityisesti ydinenergialain mukaisten lupahakemusten käsittelyyn, valvoo lupaehtojen noudattamista sekä asettaa yksityiskohtaiset vaatimukset. STUK asettaa kelpoisuusehtoja ydinenergian käyttöön osallistuville henkilöille ja tutkii näiden ehtojen täyttymistä. Lisäksi STUK tekee ehdotuksia toimialansa lainsäädännön kehittämiseksi ja antaa säteily- ja ydinturvallisuutta koskevia yleisiä ohjeita.



## Tavoitteena turvallisuuden varmistaminen ja kansalaisten luottamus

STUKin ydinturvallisuusvalvonnan yleisenä tavoitteena on ydinlaitosten turvallisuuden varmistaminen siten, että laitosten käytöstä

Valvonnan ja tarkastusten sisältö; STUKin ydinturvallisuusvalvonnan tehtävät	
<b>Laitoshankkeiden ja laitosmuutosten valvonta</b> Laitosmuutokset	<b>Organisaation toiminnan valvonta</b> Turvallisuusjohtaminen Johtamis- ja laadunhallintajärjestelmä Henkilökunnan pätevyys ja koulutus Käyttökokemustoiminta Tapahtumien tutkinta Ydinvastuu Tarkastus- ja testauslaitokset Ydinteknisten painelaitteiden valmistajat
<b>Turvallisuuden arviointi ja turvallisuusanalyysit</b> Deterministiset turvallisuusanalyysit Turvallisuusperustaiset riskianalyysit (PRA) Ydinturvallisuuden tunnuslukujen arviointi ja hyödyntäminen	
<b>Laitoksen toimintakuntoisuuden valvonta</b> Turvallisuustekniset käyttöehdot (TTKE) Käyttötapahtumat Vuosihuoltoseisokit Ylläpito ja ikääntymisen hallinta Paloturvallisuus Säteilyturvallisuus Valmiusjärjestelyt Turvajärjestelyt	<b>Ydinjätteiden ja ydinmateriaalien valvonta</b> Ydinmateriaalien kirjanpito ja valvonta Ydinjätehuolto Radioaktiivisten aineiden kuljetukset Ydinmateriaali- ja ydinjäteluvat

Kuva 1. Ydinlaitosten valvonta; strategiasta käytännön toteutukseen.

### **Syvyysuuntainen turvallisuusajattelu**

*Turvallisuuden varmistaminen reaktorivaurioiden ja säteilyn haitallisten vaikutusten estämiseksi tapahtuu usealla peräkkäisellä, toisiaan varmentavalla toiminnallisella tasolla. Tätä toimintatapaa sanotaan syvyysuuntaiseksi turvallisuusajatteluksi tai syvyyspuolustusperiaatteeksi (defence in depth). Turvallisuuden varmistamisessa voidaan erottaa ennalta ehkäisevä, suojaava ja lieventävä taso.*

*Ennalta ehkäisevän tason tavoitteena on estää poikkeamat laitoksen normaalista käyttötilasta. Siksi laitteiden suunnittelussa, valmistuksessa, asennuksessa ja huollossa sekä laitoksen käyttötoiminnassa sovelletaan korkeita laatuvaatimuksia.*

*Suojaavalla tasolla tarkoitetaan, että käyttöhäiriöihin ja onnettomuuksiin varaudutaan järjestelmin, joiden tehtävänä on havaita häiriöt ja estää niiden kehittyminen vakavaksi onnettomuudeksi.*

*Lieventävää tasoa tarvitaan, jos onnettomuuden eteneminen ei pysähdy ensimmäisen tai toisen tason toiminnoista huolimatta.*

*Toiminnallisten tasojen lisäksi syvyysuuntaisen turvallisuusajattelu pitää sisällään radioaktiivisten aineiden peräkkäisten leviämisseiden periaatteen sekä useita hyvän suunnittelun ja laadunhallinnan periaatteita.*

ei aiheudu työntekijöiden tai ympäristön väestön terveyttä vaarantavia säteilyhaittoja eikä muuta vahinkoa ympäristölle ja omaisuudelle. Tärkein erityistavoite on estää reaktorionnettomuus, joka aiheuttaisi radioaktiivisten aineiden päästön tai uhkan päästön syntymisestä. Tavoitteena on myös ylläpitää kansalaisten luottamusta viranomaistointa kohtaan.

### **Turvallisuussäännösten riittävyys ja vaatimusten täytyminen varmistetaan**

STUKin tehtävänä ydinturvallisuusvalvonnassa on varmistua siitä, että ydinenergian käyttöä varten on olemassa riittävät vaatimukset turvallisuussäännöstyössä ja että ydinenergiaa käytetään näitä vaatimuksia ja hyvää turvallisuuskulttuuria noudattaen.

### **STUKin valvonta varmistaa turvallisuustavoitteiden täyttymisen**

Turvallisuussäännöstyössä asetettujen tavoitteiden täytyminen varmistetaan tarkastuksilla. Toimintaa ohjaavat vuosittain tehtävät valvontasuunnitelmat, joissa esitetään merkittävimmät tarkastettavat kohteet ja toiminnot. STUK tarkastaa ydinlaitosten suunnitelmia ja muita asiakirjoja. Erityyppisillä tarkastuksilla laitospaikalla tai toimittajien luona varmistetaan, että suunnitelmat toteutetaan käytännössä. Luvanhaltija on velvollinen pyytämään STUKilta tiettyjä asiakirjojen tarkastuksia ja laitospaikalla tai laitteiden toimittajien luona tehtäviä tarkastuksia. Näiden tarkastusten lisäksi STUKilla on erilliset rakentamisen- ja käytönaikaiset tarkastusohjelmat. Tämän lisäksi STUKilla on laitospaikoilla paikallistarkastajia, jotka valvovat ja seuraavat laitosten rakentamista, käyttöä, kuntoa sekä organisaation toimintaa päivittäin ja raportoivat havainnoistaan STUKille.

STUK varmistuu tarkastusten ja muun valvonnan avulla siitä, että luvanhaltijan ja sen alihankkijoiden toimintaedellytykset ja toiminta sekä ydinlaitosten järjestelmät, rakenteet ja laitteet täyttävät asetetut turvallisuusvaatimukset. Kustakin ydinlaitoksesta tehdään vuosittain turvallisuuden kokonaisarvio, jossa käsitellään säteilysuojelutavoitteiden toteutumista, syvyysuuntaisen puolustuksen kehitystä sekä ydinlaitosta rakentavan tai käyttävän ja sille palveluja tuottavien organisaatioiden toimintaa.

## STUK arvioi ydinlaitoshankkeen turvallisuutta periaatepäätös-hakemuksesta alkaen

Ydinvoimalaitoksen, käytetyn polttoaineen väli-varaston ja loppusijoituslaitoksen rakentaminen edellyttää valtioneuvoston periaatepäätöstä siitä, että laitoksen rakentaminen on yhteiskunnan kokonaisedun mukaista. STUKin tehtävänä on laatia periaatepäätöshakemuksesta lausunto ja alustava turvallisuusarvio. Periaatepäätöshakemuksen yhteydessä luvanhakija esittää myös ympäristövaikutusten arviointiselostuksen. STUK antaa lausunnon valtioneuvostolle toimitetusta ydinlaitoksen rakentamis- tai käyttöluvahakemuksesta, ja liittää siihen turvallisuusarvionsa.

## STUK valvoo ydinlaitoksen suunnittelun ja rakentamisen eri vaiheita

STUK valvoo ydinlaitoksen suunnittelun ja rakentamisen eri vaiheita. Laajin suunnitteluun liittyvä asiakirja on turvallisuusseloste, jossa esitettävillä turvallisuusanalyysillä osoitetaan, että laitos täyttää sitä koskevat turvallisuusvaatimukset. STUK arvioi, onko turvallisuusanalyysissä tarkasteltavat tapaukset valittu asianmukaisesti, onko laskennalliset analyysit tehty oikein ja ovatko niiden lopputulokset hyväksyttäviä. Ydinlaitoksen rakentamisen valvonnan tarkoituksena on varmistaa, että rakentamisluvan ehtoja sekä betoni- ja teräsrakenteita, sähkö- ja automaatiolaitteita ja painelaitteita koskevia määräyksiä ja hyväksytyjä suunnitelmia noudatetaan. Vaatimukset koskevat kaikkia hankkeeseen osallistuvia organisaatioita, joiden toiminnalla on vaikutusta ydinlaitoksen turvallisuuteen.

## Käytönaikaiseen valvontaan kuuluu turvallisuuden jatkuva arviointi

Ydinlaitosten käytönaikaisen valvonnan avulla STUK pyrkii varmistumaan siitä, että laitokset ovat ja pysyvät vaatimusten mukaisessa kunnossa, toimivat suunnitellusti ja että niitä käytetään määräysten mukaisesti. Valvonnan kohteina ovat laitoksen käyttötoiminta, järjestelmät, laitteet ja rakenteet, laitosmuutokset sekä organisaation toiminta. STUK käyttää valvontatyössään luvanhaltijoiden toimittamia määräaikaista ja tapahtumakohtaisia raportteja, joiden perusteella muo-

dostetaan käsitys laitoksen käytöstä ja laitoksen käyttäjän toiminnasta. Lisäksi STUK arvioi ydinvoimalaitosten turvallisuutta mm. tekemällä tarkastuksia laitospaikoilla ja laitteiden valmistajien luona sekä käyttökokemusten ja turvallisuustutkimusten perusteella. Käytön aikana tehtävän turvallisuusarvioinnin perusteella sekä luvanhaltija että STUK arvioivat tarvetta ja mahdollisuuksia turvallisuuden parantamiseksi.

## Turvallisuusanalyysit ovat työkaluja ydinlaitosten turvallisuuden arviointiin

Turvallisuusanalyysien avulla varmistutaan siitä, että ydinlaitos on suunniteltu turvallisesti ja sitä voidaan käyttää turvallisesti. Deterministinen ja todennäköisyysperustainen lähestymistapa täydentävät toisiaan.

### *Deterministiset turvallisuusanalyysit*

Deterministisillä turvallisuusanalyysillä tarkoitetaan STUKin YVL-ohjeissa ydinvoimalaitosten teknisten ratkaisujen perusteleminen vaadittuja häiriö- ja onnettomuusanalyysieja. Luvanhaltijat päivittävät nämä analyysit aina käyttöluvien uusimisen, määräaikaisten turvallisuusarvion ja laitoksella tehtävien merkittävien muutosten yhteydessä. STUK tarkastaa luvanhaltijan toimittamat analyysit ja tekee tai teettää tarvittaessa omat vertailuanalyysit tulosten luotettavuuden varmistamiseksi.

### *Todennäköisyysperustaiset riskianalyysit*

Todennäköisyysperustaisella riskianalyysillä (PRA) tarkoitetaan kvantitatiivisia arvioita ydinvoimalaitoksen turvallisuuteen vaikuttavista uhkista, tapahtumaketjujen todennäköisyyksistä ja haittavaikutuksista. PRA:n avulla voidaan tunnistaa laitoksen tärkeimmät riskitekijät ja sitä voidaan käyttää apuna ydinvoimalaitoksen suunnittelussa sekä kehitettäessä laitoksen käyttötoimintaa ja teknisiä ratkaisuja.

STUK tarkastaa ydinvoimalaitoksen rakentamislupa- ja käyttöluvan ja käyttöön liittyvät todennäköisyysperustaiset riskianalyysit. Luvanhaltijat käyttävät PRA:ta ydinlaitosten teknisen turvallisuuden ylläpitämisessä ja jatkuvassa parantamisessa.

## STUK valvoo muutostöitä suunnittelusta toteutukseen

Ydinlaitoksessa tehdään erilaisia muutostöitä, joiden tarkoituksena voi olla turvallisuuden parantaminen, ikääntyneiden järjestelmien tai laitteiden uusiminen, laitoksen käytön tai kunnossapidon helpottaminen tai energiantuotannon tehostaminen. STUK hyväksyy laajojen ja turvallisuuden kannalta merkittävien laitosmuutosten suunnitelmat ja valvoo muutostöitä luvanhaltijan toimitamien asiakirjojen avulla sekä laitospaikalla tai valmistajien luona tehtävillä tarkastuksilla.

Laitoksella tehtyjen muutosten seurauksena useat laitoksen toimintaa ja rakennetta kuvaavat asiakirjat kuten turvallisuustekniset käyttöehdot, lopullinen turvallisuusseloste sekä käyttö- ja kunnossapito-ohjeisto muuttuvat. STUK valvoo näihin asiakirjoihin tehtäviä muutoksia ja seuraa yleisesti muutostöistä johtuvaa laitosdokumentaation päivittämistä.

## Laitoksen toimintakuntoisuuden valvonta

Ydinlaitosten teknistä toimintakuntoa valvotaan arvioimalla laitoksen käyttöä turvallisuusteknisien käyttöehtojen asettamien vaatimusten mukaisesti, seuraamalla vuosihuoltoja, laitoksen ylläpitoa ja ikääntymisen hallintaa, paloturvallisuutta, säteilyturvallisuutta, turvajärjestelyjä sekä valmiustoimintaa.

## Turvallisuustekniset käyttöehdot

Ydinlaitoksen turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa (TTKE) esitetään laitoksen eri järjestelmiä ja laitteita koskevat yksityiskohtaiset vaatimukset ja rajoitukset. Luvanhaltijan on huolehdittava, että TTKE on ajantasainen ja että sitä noudatetaan. STUK valvoo laitosten turvallisuusteknisien käyttöehtojen noudattamista valvomalla käyttötoimintaa laitospaikalla. Erityisesti seurataan turvallisuusteknisien käyttöehtojen piiriin kuuluvien laitteiden koestuksia ja vikojen korjaamista.

Vuosihuoltoseisokkien päätyttyä STUK tarkastaa, että laitosyksikkö on käyttöehtojen mukaisessa tilassa, ennen kuin laitosyksikön käynnistys voidaan aloittaa. Kaikki turvallisuusteknisiin käyttöehtoihin tehtävät muutokset ja suunnitellut poikkeamiset on toimitettava STUKille etukäteen hyväksyttäväksi. Lisäksi luvanhaltija on velvolli-

nen raporttoimaan STUKille välittömästi turvallisuusteknisien käyttöehtojen vaatimuksista poikkeavista tilanteista. Raportissa voimayhtiö esittää STUKin hyväksyttäväksi korjaavat toimenpiteet. STUK valvoo korjaavien toimenpiteiden toteutusta mm. käytön tarkastusohjelman tarkastuksissa.

## Raportointi

Luvanhaltijat toimittavat ydinlaitosten käyttötapatumista STUKille tapahtumaraportteja, joita ovat erikoisraportit, käyttöhäiriöraportit ja pikasulkuraportit. Lisäksi laitoksilta toimitetaan STUKille vuorokausiraportit, neljännesvuosiraportit, vuosiraportit, seisokkiraportit, vuosittaiset ympäristön säteilyturvallisuusraportit, kuukausittaiset henkilökohtaisten säteilyannosten raportit, vuosittaiset käyttökokemusten hyödyntämistä koskevat raportit sekä ydinmateriaalivalvonnan edellyttämät raportit.

## Vuosihuollot

Ydinvoimalaitosten vuosihuolloissa tehdään polttoaineenvaihtoja, ennakkohuoltoja, määräaikaistarkastuksia ja -koestuksia sekä vikakorjauksia – töitä, joita ei voida tehdä käytön aikana. Näillä toimilla luodaan edellytykset käyttää voimalaitosta tehokkaasti ja turvallisesti tulevana käyttöjaksona.

STUKin tehtävänä on valvoa, että ydinvoimalaitos on turvallinen vuosihuollon ja tulevien käyttöjaksojen aikana eikä vuosihuollosta aiheudu säteilyvaaraa työntekijöille, väestölle tai ympäristölle. STUK valvoo tätä tarkastamalla säännösten edellyttämiä asiakirjoja kuten seisokisuunnitelmia ja muutostyöaineistoja sekä tekemällä tarkastuksia vuosihuollon aikana laitospaikalla.

## Ikääntymisen hallinta

Käytössä olevien ydinlaitosten ikääntymisen hallinnan valvonnassa STUK kiinnittää huomiota siihen, että laitosten ikääntymisenhallintastrategia ja sen toimeenpano varmistavat turvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien, laitteiden ja rakenteiden riittävien turvallisuusmarginaalien säilymisen koko käyttöajan ajan. Tarkastuksien kohteita ovat luvanhaltijan toiminnan organisointi, organisaation edellytykset toteuttaa tarvitta-



**Ydinvoimalaitoksen radioaktiivisten aineiden päästöt** ilmaan ja mereen mitataan tarkasti laitoksella. Mittaustulokset varmennetaan kattavalla ympäristön säteilyvalvonnalla. Ydinvoimalaitoksen ympäristön säteilyvalvonta käsittää ne säteilyn mittaukset sekä radioaktiivisten aineiden määrittäykset, jotka tehdään ympäristössä esiintyvien radioaktiivisten aineiden selvittämiseksi. Ydinvoimalaitosten ympäristössä on mahdollisten onnettomuustilanteiden varalta jatkuvatoimisia ulkoisen säteilyn mittausasemia muutaman kilometrin etäisyydellä laitoksista. Asemien mittaustiedot siirretään sekä voimalaitokselle että valtakunnan säteilyvalvontaverkkoon.

vat toimenpiteet sekä turvallisuudelle tärkeiden laitteiden ja rakenteiden kunto. Valvonnalla varmistetaan, että voimayhtiöillä on käyttöään hallintaohjelmat, joiden avulla voimayhtiöt havaitsevat mahdolliset ongelmat ajoissa. Lisäksi korjaavat toimenpiteet on toteutettava siten, että turvallisuudelle merkittävät laitteet ja rakenteet ovat eheitä ja että turvallisuustoiminnot ovat toimivia koko laitoksen käyttöajan ajan.

### Säteilyturvallisuus

STUK valvoo työntekijöiden säteilyturvallisuutta tarkastamalla laitoksen annosvalvontaa, säteilymittauksia, säteilysuojelun menettelytapoja, laitoksen säteilyolosuhteita ja töiden säteilysuojelujärjestelyjä. Lisäksi STUK valvoo ydinvoimalaitoksen radioaktiivisten aineiden meteorologisia leviämismittauksia, päästömittauksia ja ympäristön säteilytarkkailua. STUK tarkastaa myös näitä koskevat tulokset.

### Organisaatioiden toiminnan valvonta

STUK valvoo organisaatioiden toimintaa arvioimalla turvallisuusjohtamista, johtamis- ja laadunhallintajärjestelmiä, ydinlaitoksen henkilöstön pätevyyttä ja koulutusta ja käyttökokemustoimintaa. Tavoitteena on varmistua siitä, että koko voimayhtiön ja sen keskeisten toimittajien organisaatiot

toimivat niin, että laitoksen turvallisuus varmistetaan kaikilla tasoilla ja turvallisuuteen liittyvien toimenpiteiden yhteydessä.

### Käyttökokemustoiminta

Valtioneuvoston päätöksen (VNp 395/91) mukaan tieteen ja tekniikan kehittyminen ja käyttökokeemukset on otettava huomioon ydinvoimalaitosten turvallisuuden jatkuvaksi parantamiseksi. Tämä ei rajoitu ainoastaan suomalaisten ydinvoimalaitosten käyttökokemuksiin vaan myös ulkomailta saatavaa käyttökokemustietoa on analysoitava systemaattisesti ja tarvittaessa on ryhdyttävä turvallisuutta parantaviin toimenpiteisiin. STUK valvoo, että voimayhtiöiden käyttökokemustoiminta estää tehokkaasti tapahtumien uusiutumisen. STUK kiinnittää erityisesti huomiota voimayhtiöiden kykyyn havaita ja tunnistaa tapahtumiin johtaneet syyt ja korjata taustalla olevat organisaation toiminnan heikkoudet. Tämän lisäksi STUK analysoi kotimaisia ja kansainvälisiä käyttökokeimuksia sekä esittää tarvittaessa vaatimuksia turvallisuuden parantamiseksi.

### Tapahtumien tutkiminta

Tapahtuman tutkintaryhmä perustetaan silloin, kun voimayhtiön oma organisaatio ei ole toiminut tapahtuman yhteydessä suunnitellulla tavalla tai kun tapahtuman arvioidaan johtavan merkittäviin muutoksiin laitoksen teknisessä rakenteessa tai laitosta koskevassa ohjeistossa. STUKin tutkintaryhmä perustetaan myös, mikäli voimayhtiö ei ole itse selvittänyt tapahtuman perussyitä riittävällä tavalla.

### Tarkastus- ja testauslaitokset

Painelaitteiden suunnittelun ja valmistuksen valvonnan lisäksi STUK valvoo ydinturvallisuuden kannalta tärkeimpiin turvallisuusluokkiin kuuluvien painelaitteiden käytön turvallisuutta ja tekee niille määräaikaistarkastuksia. Muiden turvallisuusluokkien painelaitteita tarkastavat STUKin hyväksymät tarkastuslaitokset. STUK valvoo hyväksyntänsä valmistajien sekä testaus- ja tarkastuslaitosten toimintaa oman tarkastustoimintansa yhteydessä sekä tekemällä asiakirjatarkastuksia ja seurantakäyntejä.



### Ydinvastuu

*Ydinvastuulaki edellyttää, että ydinenergiaa käytävällä on oltava vakuutus tai muu taloudellinen takuujärjestely sen varalta, että ydinlaitoksessa tapahtuva onnettomuus aiheuttaisi vahinkoa ympäristölle, ihmisille tai omaisuudelle. Fortum Power and Heat Oy ja Teollisuuden Voima Oy ovat varautuneet ydinvahingosta aiheutuviin vahinkoihin lain tarkoittamalla tavalla ja ottaneet tämän varalta vakuutuksen pääosin Pohjoismaiselta Ydinvakuutuspoolilta.*

*Onnettomuustilanteessa käytettävissä olevat korvausvarat muodostuvat 3 eri lähteestä: luvanhaltijan, laitoksen sijaintivaltion ja kansainvälisen ns. korvausyhteisön varoista. Vuonna 2007 kaikista näistä lähteistä oli käytettävissä vahingon varalta yhteensä 300 000 000 SDR. SDR (Special Drawing Right, erityisnosto-oikeus) on kansainvälisen valuuttarahaston (IMF) määrittelemän, usean eri valuutan arvoon perustuvan ns. valuuttakorin arvo. Vuonna 2007 valuuttakorin arvo oli keskimäärin 1,12 euroa. Jo vuonna 2004 saatettiin päätökseen kansainväliset neuvottelut ns. Pariisin ja Brysselin ydinvastuuta koskevien sopimusten uudistamisesta. Korvauksiin käytettävissä olevat varat tulevat lähivuosina nousemaan yli kolminkertaisiksi nykytilanteeseen verrattuna. Suomessa on lisäksi päätetty säätää lailla luvanhaltijan vastuu rajoittamattomaksi. Lakimuutos ei ole vielä voimassa, vaan se odottaa kansainvälisten sopimusten voimaantuloa.*

*Luvanhaltijan vakuutuksen sisällön ja ehtojen tarkastaminen kuuluu Suomessa Vakuutusvalvontavirastolle. Vakuutusvalvontavirasto on hyväksynyt sekä Fortum Power and Heat Oy:n että Teollisuuden Voima Oy:n vakuutuksen, ja STUK on todentanut vakuutusten voimassaolon kuten ydinenergialaki edellyttää.*

*Myös ydinaineiden kuljetukset kuuluvat ydinvastuulain piiriin. STUK on valvonut, että kaikilla ydinaineiden kuljetuksilla on ollut Vakuutusvalvontaviraston hyväksymät tai lähettäjään viranomaisen hyväksymät Pariisin yleissopimuksen mukaiset vastuuvakuutukset.*

### Ydinmateriaalivalvonta on ydinenergian käytön perusedellytys

Ydinmateriaalivalvonnalla varmistetaan se, että ydinaineet ja muut ydinalan tuotteet pysyvät rauhanomaisessa, lupien ja ilmoitusten mukaisessa käytössä. STUK käsittelee ydinaineita ja muita ydinalan tuotteita koskevat lupahakemukset ja ylläpitää kansallista ydinmateriaalien valvontajärjestelmää. Luvanhaltijan velvollisuus on huolehtia hallussaan olevista ydinmateriaaleista, pitää niistä kirjaa sekä raportoida muutoksista STUKille ja Euroopan komissiolle. Osa tiedoista toimitetaan edelleen Kansainväliselle atomienergiajärjestölle. STUK varmistaa luvanhaltijoiden kirjanpidon ja raportoinnin oikeellisuuden paikanpäällä tehtävin tarkastuksin joko yksin tai yhdessä kansainvälisten tarkastajien kanssa.

### STUKin valvonta ulottuu suunnittelusta loppusijoitukseen

Ydinjätehuollon valvonnan tavoitteena on varmistaa, että jätteitä käsitellään, varastoidaan ja loppusijoitetaan turvallisesti. Laitospaikoilla käsiteltävien ydinjätteiden valvonta on osa edellä mainittua käytönaikaista valvontaa. Lisäksi STUK hyväksyy jätteiden valvonnasta vapautukset sekä arvioi laitosten ydinjätehuolto- ja käytöstäpoistosuunnitelmia. Näiden perusteella määritellään luvanhaltijoiden ydinjätehuoltomaksut.

Viime vuosina erityistä huomiota on edellyttänyt käytetyn polttoaineen loppusijoitushanke. STUK on arvioinut Posiva Oy:n suunnitelmia hankkeen toteuttamiseksi ja valvonut Olkiluotoon rakennettavan maanalaisen tutkimustunnelin, Onkalon, rakentamista. Onkalossa myös testataan loppusijoituslaitoksen rakentamiseen soveltuvia työmenetelmiä ja tehdään kalliotilan kartoitusta. Siitä on tarkoitus myöhemmin tulla osa loppusijoituslaitosta, sen yksi sisäänkäynti.

### Ydinturvallisuusneuvottelukunta

Ydinturvallisuusneuvottelukunnan ydinenergialakiin perustuva tehtävä on ydinenergian käytön turvallisuutta koskevien asioiden valmistava käsittely. Neuvottelukunnan asettaa valtioneuvosto,

ja se toimii STUKin yhteydessä. Neuvottelukunnan toimikausi on 3 vuotta. Neuvottelukunta asetettiin 1.10.2006, ja sen toimikausi päättyy 30.9.2009.

Neuvottelukunnan puheenjohtajana toimii professori Riitta Kyrki-Rajamäki (LTY) ja varapuheenjohtajana asiakasjohtaja Rauno Rintamaa (VTT). Jäseninä ovat johtaja Ulla Koivusaari (PIK), toimitusjohtaja Timo Okkonen (InspectaTarkastus Oy), erikoistutkija Ilona Lindholm (VTT), aluejohtaja Runar Blomkvist (GTK) ja TkT Antti Vuorinen. Pysyvänä asiantuntijana on STUKin pääjohtaja, professori Jukka Laaksonen.

Neuvottelukunta kokoontui vuoden aikana 11 kertaa. Säännöstoiminnan alueella vuosi oli aktiivinen: YTN kuuli STUKin asiantuntijoita ydinenergialainsäädännön ja YVL-ohjejärjestelmän kokonaisuudistuksen johdosta. STUKille annettiin lausunnot kaikkiaan 10 eri laki- ja asetusluonnoksesta. Kahdesta uusittavasta YVL-ohjeesta valmisteltiin lausunnot STUKille. Kolmen muun YVL-ohjeluonnoksen lausunnon valmistelu käynnistettiin. Lisäksi neuvottelukunta mm. seurasi säännöllisesti Olkiluoto 3 -laitosyksikön rakentamisen edistymistä, käynnissä olevien ydinlaitosten käyttötahtumia ja osallistui vuotuisen ydinener-

giaseminaarin järjestämiseen yhdessä ydinenergianeuvottelukunnan kanssa. Lisäksi valmisteltiin lausunnot Posivan vuotta 2008 koskevasta ydinjätehuollon tutkimussuunnitelmasta sekä STUKin valmistelemasta ydinturvallisuussopimuksen neljännestä kansainvälisestä raportista.

Neuvottelukunta piti yhden kokouksen Loviisan ydinvoimalaitoksella ja perehtyi Loviisan laitoksen ajankohtaisiin turvallisuusasioihin sekä käyttölupahakemuksen uusimisen kannalta keskeisiin aiheisiin. YTN antoi STUKille lausunnon käyttölupahakemuksen johdosta. Olkiluodossa neuvottelukunta vieraili uuden yksikön rakentamistyömaalla sekä ydinjätteen loppusijoituspaikan maanalaisen tutkimustilan ONKALO-työmaalla. Molemmilla käynneillä kuultiin luvanhaltijoiden asiantuntijoiden esityksiä turvallisuusasioista ja hankkeiden etenemisestä.

Neuvottelukunta on perustanut valmistelevaa työtä varten 3 jaostoa ja ne ovat reaktoriturvallisuusjaosto, ydinjätejaosto sekä valmius- ja ydinmateriaalijaosto. Jaostoihin on kutsuttu neuvottelukunnan varsinaisten jäsenten lisäksi oman alansa arvostettuja asiantuntijoita. Jaostot pitivät vuoden 2007 aikana yhteensä 16 kokousta.

## 2 Ydinenergian käytön valvonnan kohteet

### Loviisan voimalaitos



Laitos-yksikkö	Käynnistys	Kaupallinen käyttö	Nimellissähköteho, (brutto/netto, MW)	Tyyppi, toimittaja
Loviisa 1	8.2.1977	9.5.1977	510/488	Painevesireaktori (PWR), Atomenergoexport
Loviisa 2	4.11.1980	5.1.1981	510/488	Painevesireaktori (PWR), Atomenergoexport

Fortum Power and Heat Oy omistaa Loviisassa sijaitsevat Loviisa 1 ja 2 -laitosyksiköt.

### Olkiluodon voimalaitos



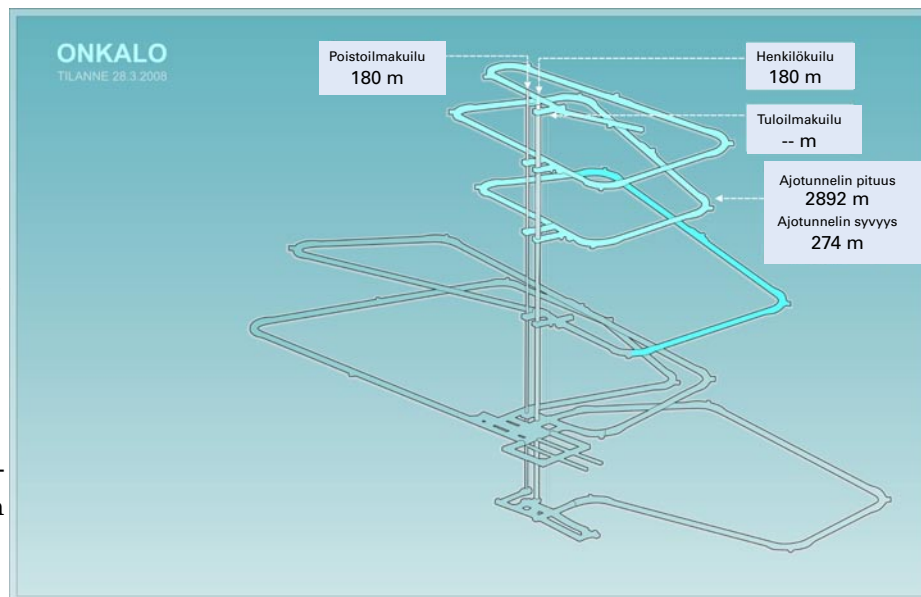
Laitos-yksikkö	Käynnistys	Kaupallinen käyttö	Nimellissähköteho, (brutto/netto, MW)	Tyyppi, toimittaja
Olkiluoto 1	2.9.1978	10.10.1979	890/860	Kiehutusvesireaktori (BWR), Asea Atom
Olkiluoto 2	18.2.1980	1.7.1982	890/860	Kiehutusvesireaktori (BWR), Asea Atom
Olkiluoto 3	Rakentamislupa myönnetty 17.2.2005		n. 1600 (netto)	Painevesireaktori (PWR), Areva NP

Teollisuuden Voima Oy omistaa Eurajoen Olkiluodossa sijaitsevat Olkiluoto 1 ja 2 -laitosyksiköt sekä rakenteilla olevan Olkiluoto 3 -laitosyksikön.

## Onkalo

Posiva Oy rakentaa Olkiluotoon maanalaista tutkimustilaa (Onkalo), josta voidaan tarkemmin tutkia käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamiseen soveltuvia kalliotilavuuksia. Kallioperän tutkiminen suunnitellulta loppusijoitussyvyydeltä on edellytys loppusijoituslaitoksen rakentamisluvan myöntämiselle. Posivan suunnitelmien mukaan Onkalo toimisi yhtenä loppusijoituslaitoksen sisäänmenoreittinä, joten STUK valvoo Onkalon rakentamista samoin menettelyin kuin ydinlaitoksen rakentamista.

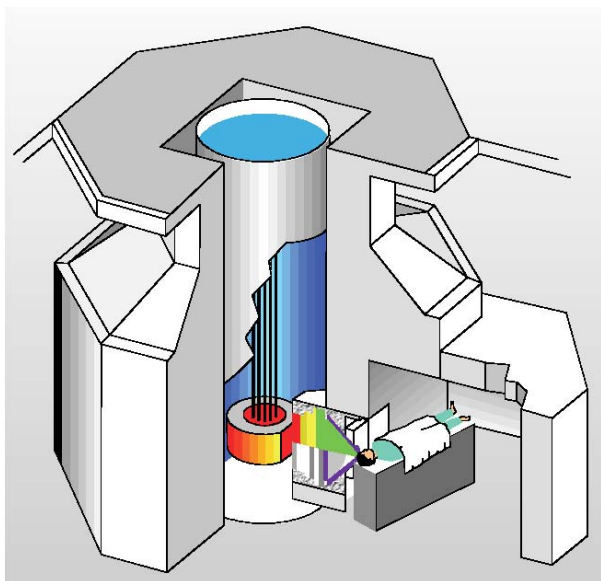
Maanalainen tutkimustila koostuu ajotunnelista, kolmesta kuilusta sekä tutkimustasoista syvyyksillä 420 m ja 520 m. Posiva aloitti Onkalon rakentamisen vuonna 2004. Vuoden 2007 lopussa ajotunnelin louhinta oli edennyt 250 m:n syvyydelle ja tunnelin pituus oli 2600 m. Lisäksi oli kaivettu nousuporaustekniikalla 180 metrin syvyyteen.



**Kuva 2.** Maanalaisen tutkimustilan (Onkalo) suunnitelma ja rakentamisen etenemän tilanne 28.3.2008 (Posiva Oy).

## Tutkimusreaktori

Ydinvoimalaitosten lisäksi STUK valvoo Espoon Otaniemessä sijaitsevaa Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen FiR 1 -tutkimusreaktoria, jonka lämpöteho on 250 kW. Reaktorin käyttö alkoi maaliskuussa 1962 ja sen nykyinen käyttöluva päättyy vuoden 2011 lopussa. Reaktoria käytetään radioaktiivisten merkkiaineiden tuottamiseen, aktiivointianalyysiin, opiskelijoiden harjoitustöihin sekä boorineutronikaappaukseen perustuvaan kasvainten hoitoon (BNCT, Boron Neutron Capture Therapy) ja hoitomenetelmien tutkimiseen.



**Kuva 3.** FiR 1- tutkimusreaktori ja BNCT-säteilytysasema.

- TRIGA Mark II -tutkimusreaktori  
Lämpöteho 250 kW
- Polttoainetta sydämessä:  
80 polttoainesauvaa, joissa 15 kg urania  
TRIGA-reaktoreilla oma erityinen polttoainetyyppi;  
uraani-zirkoniumhydriidihdistelmä  
8 % urania  
91 % zirkoniumia ja  
1 % vetyä



### 3 Säännösten kehittäminen ja täytäntöönpano

#### Ylemmän tason säädösesitykset on valmisteltu ja tarvittavat lausunnot laadittu

STUK on osallistunut kauppa- ja teollisuusministeriön johtaman lainsäädäntöhankkeen valmisteluun, jossa ydinenergialakia<sup>1</sup>, ydinenergia-asetusta<sup>2</sup> sekä valtioneuvoston päätöksiä<sup>3</sup> muutetaan. Hankkeessa saatetaan pääosin 16 vuoden ikäiset säädökset ajan tasalle. Lisäksi vaatimusten säädöstaso muutetaan vastaamaan vuonna 2000 voimaan tullutta uutta perustuslakia.

Ydinenergialainsäädännön uudistamishankkeessa on edetty vaiheeseen, jossa säädökset saatetaan voimaan. Ydinenergialain muuttamista koskeva hallituksen esitys on eduskunnassa valiokuntakäsittelyssä. Muutettu ydinenergia-asetus ja 4 uutta valtioneuvoston asetusta ovat viimeisteltävinä kauppa- ja teollisuusministeriössä.

Ydinenergialakiin tehtävät muutokset ovat eduskuntakäsittelyssä vuonna 2008. Ydinenergia-asetus ja muut valtioneuvoston asetukset voidaan saattaa voimaan ydinenergialain hyväksymisen jälkeen. STUK toimitti kauppa- ja teollisuusministeriölle lausuntonsa kyseisistä asetuksista joulukuussa 2007. STUKin lausuntoon liitettiin asiaa koskeva ydinturvallisuusneuvottelukunnan lausunto.

#### YVL-ohjepäivityksiä on valmisteltu ja saatettu voimaan

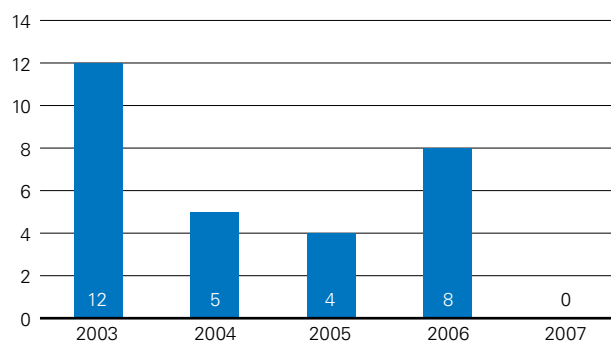
STUKissa valmisteltiin nykymuotoisen YVL-ohjeiston viimeisiä ohjeiden päivityksiä ja tehtiin niitä koskevia täytäntöönpanopäätöksiä. YVL-ohjeet ovat yksityiskohtaisia ydinlaitosten turvallisuutta koskevia vaatimuksia, jotka STUK valmistelee ydinenergialain ja valtioneuvoston päätöksen perusteella. Ohjeissa kuvataan ydinlaitosten tur-

vallisuutta koskevien vaatimusten lisäksi STUKin käyttämiä valvontamenettelyjä. STUK antaa erillisen päätöksen siitä, miten uusia tai uusittuja ohjeita sovelletaan käytössä tai rakenteilla oleviin ydinlaitoksiin ja luvanhaltijoiden toimintoihin.

Vuonna 2007 ei valmistunut yhtään YVL-ohjetta, mutta kaikki ohjetyöt etenivät siten, että ohjeet voidaan saattaa voimaan ennen valtioneuvoston asetusten voimaantuloa.

STUK tarkensi Teollisuuden Voima Oy:lle ohjeen YVL 1.1 soveltamispäätöksessä, missä vaiheessa seuraavat STUKille hyväksyttäväksi toimitettavat laitosasiakirjat voidaan ottaa käyttöön:

- Todennäköisyysperustainen riskianalyysi (Probabilistic Risk Assessment – PRA) voidaan ottaa käyttöön sen jälkeen, kun se on hyväksytty luvanhaltijan sisäisessä käsittelyssä ja toimitettu STUKin hyväksyttäväksi.
- Lopullinen turvallisuusseloste (Final Safety Assessment Report – FSAR) voidaan ottaa käyttöön STUKille toimittamisen jälkeen siltä osin kuin muuttuneet tiedot ovat erillishyväksyntöjen kautta tulleet STUKin hyväksymiksi
- Luokitusasiakirjan muutokset edellyttävät STUKin hyväksyntää ennen niiden käyttöönottoa.



Kuva 4. Julkaistujen YVL-ohjeiden määrä.

1 990/1987

2 161/1988

3 395–398/1991, 478/1999

**Taulukko 1.** Aikaisemmin julkaistut YVL-ohjeet, joista STUKin teki laitoskohtaisia täytäntöönpanopäätöksiä vuonna 2007.

Ohje	Loviisa 1&2	Olkiluoto 1&2	Olkiluoto 3	FiR 1 -tutkimus- reaktori
YVL 1.1, Ydinlaitosten turvallisuuden valvonta, 10.2.2006	•	•	•	•
YVL 3.3, Ydinlaitosten putkistot, 26.6.2006	•	•	•	
YVL 7.1, Ydinvoimalaitoksen ympäristön säteilyaltistuksen ja radioaktiivisten aineiden päästöjen rajoittaminen, 22.3.2006	•	•	•	
YVL 7.6, Ydinvoimalaitosten radioaktiivisten aineiden päästöjen mittaus, 22.3.2006	•	•	•	
YVL 7.7, Ydinvoimalaitoksen ympäristön säteilyvalvonta, 22.3.2006	•	•	•	
YVL 7.8, Ydinvoimalaitoksen ympäristön säteilyturvallisuusraportointi, 22.3.2006	•	•	•	
YVL 7.11, Ydinvoimalaitosten säteilymittausjärjestelmät ja -laitteet, 13.7.2004*			•	

\*Ohjeen YVL 7.11 soveltamisesta käyväillä ydinvoimalaitoksilla on päätetty vuonna 2005.

Ohjeen YVL 3.3 toimeenpanopäätöksessä STUK edellytti Loviisan voimalaitokselta asiakirjojen päivityksiä, jotka liittyivät mm. laitosdokumentaatioon tehtäviin päivitysmerkintöihin. STUK hyväksyi Teollisuuden Voima Oy:n esittämät tulokset ohjeen soveltamisesta Olkiluodon voimalaitoksella. Hyväksyminen edellytti voimayhtiön ohjeistukseen täsmennyksiä, joilla mm. varmistetaan STUKin valvontaedellytykset.

Ohjeen YVL 7.1 toimeenpanopäätöksissä STUK edellytti, että voimayhtiöt toimittavat arvion radioaktiivisten päästöjen rajoittamisesta parhaalla käyttökelpoisella tekniikalla ja päivittävät turvallisuusselosteen kuvaukset.

Ohjeen YVL 7.6 soveltamisesta Fortum Power and Heat Oy:lle annetussa päätöksessä STUK kiinnitti huomiota siihen, että ohjeen mukaan päästöjen laboratoriomääritykset on tehtävä asianmukaisten standardien vaatimukset täyttävässä laboratoriossa. STUK edellytti, että Loviisan voimalaitoksen laboratorio arvioidaan riippumattomasti soveltuvia standardeja vasten. Lisäksi STUK edellytti, että voimayhtiö päivittää turvallisuusselosteessa olevan kaasumaisten aineiden päästöreittien kuvauksen. Teollisuuden Voima Oy:lle antamassaan päätöksessä STUK edellytti, että radioaktiivisen jodin ja aerosolien normaalit päästöt poistokaasupiipun kautta on mitattava

kiinteällä jatkuvatoimisella säteilymittausjärjestelmällä. Tämä vaatimus on täytettävä Olkiluodon laitoksilla käynnissä olevan säteilymittausjärjestelmien uudistuksen yhteydessä.

### YVL-ohjeuudistus etenee

YVL-ohjeiston rakenteellinen uudistaminen käynnistettiin vuonna 2005, jolloin arvioitiin voimassa oleva ohjeisto ja määriteltiin sen kehittämistavoitteet. Yleisenä tavoitteena on parantaa säännösten sisäistä yhteensopivuutta sekä erityisesti selkeyttää ohjeissa esitettäviä vaatimuksia. Vaatimukset numeroidaan, jotta yksittäisten vaatimusten löytäminen ohjeistosta ja niiden toteutumisen seuraaminen olisi helpompaa. Tällöin myös ohjeiden muuttaminen yksittäisten vaatimusten osalta on mahdollista.

Kokonaisuudistus toteutetaan neljässä vaiheessa. Alkuvaiheessa laaditaan ylemmän tason ja järjestelmätason ohjeet ja loppuvaiheissa uudistetaan laitetasoa koskeva ohjeistus. Tavoitteena on saada uusi STUK-YVL-ohjeisto valmiiksi vuoden 2011 loppuun mennessä.

STUKin asiantuntijoiden tueksi on jokaisen uuden ohjeen valmisteluun koottu työryhmä suomalaisten ydinvoimayhtiöiden ja VTT:n edustajista. Työryhmissä keskustellaan ohjeiden pääsisällöstä jo niiden valmistelun aikana. Tarkoitus on näin ly-

hentää valmisteluun kuluva kokonaisaika. Koko hanketta varten järjestäytynyt STUKin, voimayhtiöiden ja VTT:n edustajista koostuva seurantaryhmä piti 2 kokousta vuonna 2007.

Vuonna 2007 jatkettiin edellisenä vuonna aloitettujen 5 uudentyypin ohjeen valmistelua. Ensimmäisten ohjeiden valmistelussa syntyneet

kokemukset kootaan kevään 2008 aikana. Lisäksi usean uuden ohjeen valmistelu oli suunniteltu käynnistettäväksi vuonna 2007. Näistä ohjeista valmisteltiin alustavia luonnoksia. STUKin säännösten valmisteluprosessin mukainen suunnitelma laadittiin 4 ohjeesta.

Perustuslaki	Eduskunta
<b>Lait</b>	Eduskunta
<b>Asetukset</b>	Presidentti, valtioneuvosto tai ministeriöt
<b>YVL-ohjeet</b>	STUK (ydin- ja säteilyturvallisuus)
Tekniset standardit	Standardisointiorganisaatiot

**Kuva 5.** Ydinturvallisuusvaatimusten hierarkia.

## 4 Ydinlaitosten valvonta ja valvonnan tulokset vuonna 2007

### 4.1 Loviisan ydinvoimalaitos

#### 4.1.1 Loviisan voimalaitoksen turvallisuuden kokonaisarviointi

##### Vuonna 2007 Loviisan laitossyksiköitä käytettiin turvallisesti

Loviisan ydinvoimalaitoksen turvallisuutta on arvioitu vuonna 2007 tavanomaista enemmän ja laajemmin laitoksen käyttöluvan uusimisen vuoksi. STUK tarkasti luvanhaltijan tekemän turvallisuusarvioinnin, johon sisältyivät laitoksen kunnon ja käytön arviointi edellisellä lupajaksolla sekä laitoksen tilan ja sitä käyttävän organisaation kehittyminen tulevalle käyttöjaksolla. STUKin arviomukaan laitos on turvallinen ja sitä käytetään hyvin, minkä perusteella STUK puolsi käyttöluvan jatkamista.

Loviisan voimalaitoksen radioaktiivisten aineiden päästöjä rajoittavien leviämisesteiden tila on pysynyt hyvänä. Laitoksella ei ollut yhtään vuotavaa polttoainesauvaa vuonna 2007. Merkittävä molempien laitossyksiköiden reaktoripainesäiliöiden eheyteen vaikuttava seurattava kohde on säiliöiden kansien läpivientien korroosiosuojaputkien tiiveys. Laitossyksiköiden vuosihuoltoseisokeissa tehdyissä reaktoripainesäiliön ja putkiston tarkastuksissa ei tehty heikentymiseen viittaavia havaintoja. Vuosittaisten kokeiden tulokset osoittavat suojarakennuksen ja eristysventtiilien tiiveyden pysyneen hyvänä.

Laitoksen käyttötöiminta on ollut suunnitelmallista ja turvallisuusteknisten käyttöehtojen sekä ohjeiden mukaista kahta poikkeusta lukuunottamatta. Onnettomuuden ehkäisemiseksi ja vaikutusten lieventämiseksi suunniteltujen laitteiden ja järjestelmien kunto on pysynyt hyvänä. Laitteiden vikojen määrä on ollut pieni.

Määräaikaistestauksissa ja ennakkohuolloissa ei todettu viitteitä laitteiden kunnon heikkenemisestä. Tapahtumia oli vähän ja niiden riskimerkitys oli pieni. Tapahtumien yhteydessä turvallisuusjärjestelmät ovat toimineet suunnitellusti. Käyttöhäiriöiden ja havaittujen laitevikojen turvallisuusmerkitys oli pieni.

Loviisan voimalaitoksen onnettomuusriski on pienentynyt ja riskitekijöitä on poistettu tehokkaasti. Vuonna 2007 valmistui uusi merivesilinja, jonka avulla sammutetun laitoksen jäähdytykseen tarvittava merivesi voidaan ottaa vaihtoehtoisesti poistokanavasta. Tämä muutos pienensi merkittävästi riskiä tilanteissa, joissa levä, suppojää tai öljypäästö vaarantavat meriveden saannin tavanomaista kautta.

Ikääntymisen hallintaa varten Loviisan laitoksella on käytössä ohjelma, jonka tavoitteena on ohjata koko laitoksen kunnossapito- ja muutostöitä siten, että laitosta pystytään käyttämään turvallisesti koko sen käyttöiän. Investointeja on edelleen tehty pitkäjänteisesti. Varaosahallinnassa on todettu vuoden aikana kehitettävää. Loviisan automaatiojärjestelmän uudistuksen toista pääosaa siirtyi vuoteen 2008. Laitoksella tehtiin valmistelevia rakennus- ja asennustöitä.

Laitoksen toiminnasta ei aiheutunut säteilyvaaraa työntekijöille, väestölle tai ympäristölle. Työntekijöiden saamat säteilyannokset ja radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön olivat pieniä ja alittivat selvästi niille asetetut rajat. Valmiusjärjestelyt Loviisan voimalaitoksella täyttävät viranomaisvaatimukset. Valmiusjärjestelyjen toimivuutta testattiin marraskuun lopussa järjestetyssä valmiusharjoituksessa.

Loviisan voimalaitoksella on pitkäjänteisesti kehitetty laadunvarmistusjärjestelmää. Laadunvarmistusjärjestelmä on pääosin toimiva ja katta-



vasti ohjeistettu. Vuoden aikana tehtyjen havaintojen perusteella Loviisan voimalaitoksen on edelleen kehitettävä toiminnan suunnitteluun, tavoitteiden saavuttamisen seurantaan, työympäristöön sekä muutosprojektien toteutukseen ja niitä koskevien aikataulujen seurantaan liittyviä menettelyjä.

Loviisan voimalaitoksen henkilöstösuunnittelu perustuu 10-vuotissuunnitelmaan, jota johdetaan arvioi ja päivittää vuosittain. Vuonna 2007 laitokselle rekrytoitiin noin 50 uutta henkilöä. Henkilöstöresurssien riittävyyteen on edelleen kiinnitettävä huomiota ydinturvallisuuden kannalta tärkeissä tehtävissä mm. laadunvalvonnassa, laadunvarmistuksessa, riskiarvioinnissa ja säteilysuojelussa. Loviisan voimalaitoksen koulutustoiminta on asianmukaisesti organisoitu ja järjestetty. Kuitenkin uusien tai tehtäviä vaihtavien henkilöiden perehdytysohjelmien toteuttamista on kehitettävä.

#### 4.1.2 Valvonta ja havainnot

##### Käyttölupa

##### *STUK puolsi lausunnossaan Loviisan laitosten käyttölupan pidennystä*

STUK teki kauppa- ja teollisuusministeriölle annettavaa lausuntoa varten Loviisan ydinvoimalaitoksesta turvallisuusarvion, jonka perustan muodostivat STUKin tekemät käyttölupahakemukseen liittyvien asioiden ja asiakirjojen tarkastukset, luvanhakijan oman turvallisuusarvioinnin tarkastus sekä valvonnan tulokset. STUK pyysi sisäasiainministeriöltä lausunnon valmius- ja turvajärjestelyistä sekä ydinturvallisuusneuvottelukunnalta lausunnon STUKin lausuntoluonnoksesta.

Asiakirjojen tarkastus aloitettiin STUKissa vuonna 2006 ja tarkastustyötä jatkettiin vuonna 2007 etukäteen suunnitellun aikataulun mukaisesti. STUKin tarkastuksen keskeiset osa-alueet olivat käyttöiän hallinta, laitoksen turvallisuus, turvallisuusanalyysit, laitoksen käyttöön ja turvallisuuskulttuuriin liittyvät asiat sekä ympäristö- ja ydinjäteasiat. STUKin tarkastushavaintojen perusteella luvanhakija täydensi aineistoja kevään 2007 aikana.

Voimassa olevien STUKin myöntämien lupien perusteella reaktoripainesäiliön käyttöä voidaan jatkaa Loviisa 1:llä vuoteen 2012 ja Loviisa 2:llä vuoteen 2010 saakka. Jatkokäyttö edellyttää analyysien uudistamista, mutta esteitä reaktori-

*Loviisan ydinvoimalaitoksen alkuperäisen suunnittelun perustana olleen käyttöiän jatkaminen 20 vuodella perustuu käyttöiän hallintaohjelmassa tehtyihin arvioihin. Käyttöiän hallintaohjelmaa ja siihen liittyvää tietotaitoa on kehitetty Loviisan voimalaitoksella oma-aloitteisesti ja suunnitelmallisesti. Käyttöiän jatkamisen kannalta olennaista on, että laitoksella on riittävät menettelyt sen varmistamiseksi, että laitoksen kunto on selvitetty perusteellisesti ja ikääntymisilmiöt pystytään tunnistamaan riittävän ajoissa. Laitoksen käyttöikää rajoittavien laitteiden väsymisanalyysit on päivitetty vastaamaan 50 vuoden käyttöikää. Käytön alkuvuosista alkaen on molemmilla yksiköillä tehty useita parannuksia neutronisäteilyn aiheuttaman reaktoripainesäiliön haurastumisriskin alentamiseksi. Reaktoripaineastian lujuus voidaan hallita 50 vuoden käyttöiän ajan.*

*Loviisan ydinvoimalaitosta koskevat suunnitteluperusteet asetettiin pääosin 1970-luvulla. Laitoksen käytön aikana tavoitteena on ollut turvallisuuden jatkuva parantaminen. Loviisan ydinvoimalaitosta on käyttöönoton jälkeen uusittu huomattavissa määrin ja useille järjestelmille on toteutettu mittavia muutostöitä. Esimerkkejä kuluneen käyttölupakauden aikana todennäköisyysperustaisella riskianalyysillä tunnistetuista ja toteutetuista parannuskohteista ovat pääkiertopumppujen tiivistesten jäähdytyksen varmentaminen sekä laitoksen jälkilämmönpoistojärjestelmien ja hätäjäähdytysjärjestelmien parannukset. Lisäksi suojarakennusjärjestelmiin toteutettiin muutoksia, joilla parannettiin vakavien reaktorionnettomuuksien hallintaa.*

riipainesäiliöiden käytön jatkamiselle nykyisten lupien päättymisen jälkeen ei ole näköpiirissä. Tarvittaessa reaktoripaineastia voidaan elvytyshehkuttaa niiltä kohdista, joista se on haurastunut neutronisäteilyn vaikutuksesta. Mahdollisen elvytyshehkutuksen ajankohta määritellään analyysin perusteella.

Uudella käyttölupakaudella on tarpeen jatkaa turvallisuutta parantavia toimenpiteitä. Mm. primääripiirin jäähdytevuodoista suoraan suojarakennuksen ulkopuolelle aiheutuvaa riskiä tulee pienentää. Pääkiertopumppujen tiivistesten vuoto-

jen estämiseen tähtääviä parannuksia tulee jatkaa palo- ja tulvatilanteiden varalta. Varautumista Suomenlahden mahdollisiin öljyonnettomuuksiin tulee edelleen parantaa mm. kehittämällä laitoksen lähialueen öljyntorjuntavalmiuksia sekä seisokkitilanteisiin liittyvää ohjeistusta. Reaktiivisuusonnettomuuden mahdollisuuden pienentämiseksi tulee puhtaan jäähdytteen joutuminen vahingossa primääripiiriin estää nykyistä luotettavammin. Raskaiden nostojen aiheuttamia riskejä tulee edelleen vähentää parantamalla nosturin rakenteellista luotettavuutta ja kehittämällä nostoihin liittyviä menettelytapoja. Luvanhaltija on esittänyt pitkän tähtäimen suunnitelman onnettomuus- ja päästöriskin pienentämiseksi sekä todennäköisyyspohjaisen riskianalyysin täydentämiseksi. STUK valvoo ohjelman toteuttamista.

STUKin arvion mukaan Fortum Power and Heat Oy pyrkii ylläpitämään kehittyntä turvallisuuskulttuuria. Turvallisuuskulttuuria voitaisiin kuitenkin järjestelmällisemmin edistää organisaatiotutkimuksen asiantuntijoiden tuella. STUK seuraa turvallisuuskulttuurin kehittymistä. Loviisan voimalaitoksen henkilökunnan riittävyyteen kiinnitetään huomiota uudella käyttölukaudella. Myös käyttökokemusten hyväksikäyttöä turvallisuuden parantamiseksi on tarvetta edelleen kehittää.

Loviisan ydinvoimalaitosyksiköiden käyttöluvan jatkamista koskeva arviointi tehtiin voimassa olevaan lainsäädäntöön perustuen. Ydinenergialainsäädäntöön kaavaillut muutokset eivät ole sen luontoisia, että ne olisivat vaikuttaneet arvioinnin johtopäätöksiin.

STUKin lausunto valmistui 5.7.2007. Siinä STUK puolsi hakemusta Loviisan ydinvoimalaitoksen käyttöluvan pidennykselle. STUKin arvion mukaan Loviisan jatkokäyttö on turvallista ja täyttää lainsäädännön vaatimukset. Lausunnossaan STUK toi esille, että Loviisan ydinvoimalaitokselle on tehtävä seuraavalla lupakaudella 2 määräaikaista turvallisuusarviota. Ensimmäinen niistä pitää toimittaa STUKin hyväksyttäväksi vuoden 2015 loppuun mennessä ja toinen vuoden 2023 loppuun mennessä. Uuden lupakauden alussa tehdään laajoja laitosmuutoksia ja turvallisuusparannuksia. STUK piti tärkeänä, että ensimmäinen turvallisuuden kokonaisarviointi tehdään pian näiden jälkeen.

### ***Loviisan laitossyksiköille myönnettiin lupa 50 vuoden käyttöikään saakka***

Loviisan ydinvoimalaitoksen käyttölupa oli voimassa 31.12.2007 saakka. Fortum Power and Heat Oy jätti 1.11.2006 kauppa- ja teollisuusministeriölle hakemuksen käyttöluvan jatkamisesta Loviisa 1:llä vuoden 2027 loppuun ja Loviisa 2:lla vuoden 2030 loppuun saakka. Haetut ajanjaksot tarkoittivat kummallekin voimalaitosyksikölle yhteensä 50 vuoden energiatuotantoa, mikä lisäisi laitosten käyttöikää 20 vuodella. Kauppa- ja teollisuusministeriö pyysi käyttölupahakemuksesta lausuntoa mm. STUKilta. Voimayhtiö toimitti samassa yhteydessä STUKille ydinenergia-asetuksen 36 §:n mukaiset selvitykset ja ohjeen YVL 1.1 mukaisen määräaikaisen turvallisuusarvioinnin.

Valtioneuvosto myönsi 26.7.2007 Loviisan voimalaitosyksiköille käyttöluvan Fortum Power and Heat Oy:n hakemuksen mukaisille ajanjaksoille. Lupaehdoksi kirjattiin, että luvanhaltijan on toimitettava STUKille määräaikaiset turvallisuusarviot vuosien 2015 ja 2023 loppuun mennessä. STUKin lausunto, turvallisuusarvio, ydinenergia-asetuksen 36 §:n mukaisia asiakirjoja koskeva arvio ja ydin-turvallisuusneuvottelukunnan lausunto ovat luetavissa STUKin verkkosivuilta ([www.stuk.fi](http://www.stuk.fi)).

### ***Turvallisuusanalyysien arviointi Deterministiset turvallisuusanalyysit***

Loviisan käyttöluvan uudistamisen yhteydessä luvanhaltija on tarkastanut kaikki Loviisan ydinvoimalaitoksen häiriö- ja onnettomuustilanteiden analyysit ja uusinnut ne niiltä osin kuin laitoksella tehdyt muutokset tai muutokset viranomaisvaatimuksissa sitä edellyttävät. Edellisen käyttöluvan myöntämisen jälkeen STUK on uudistanut ohjeet, joissa määritellään alkutapahtumien jako eri luokkiin niiden esiintymistajuuden perusteella, annetaan ohjeita analyysien tekemisestä ja esitetään analyysien hyväksymiskriteerit. Loviisan laitoksella mm. uusien häiriö- ja hätätilanneohjeiden käyttöönotto vuoden 2006 aikana on muutos, joka on aiheuttanut tarpeen uusien onnettomuusanalyysien tekemisestä.

Analyyseissa on käsitelty odotettavissa olevia käyttöhäiriöitä, turvallisuusjärjestelmien suunnitteluperusteena käytettäviä oletettuja onnettomuustilanteita sekä ns. vakavia reaktorionnettomuuksia. Kaikki alkutapahtumat on jaettu niiden esiintymistajuuden perusteella näihin luokkiin.

Kukin luokka sisältää useita erilaisia häiriö- ja onnettomuusketjuja, joista kustakin on esitetty erilaiset analyysit. Kaikkiin turvallisuuden kannalta keskeisiin analyysihin sisältyy herkkyystarkasteluja, ja ne ovat usein laajuudeltaan huomattavia.

STUK tarkasti luvanhaltijan toimittamat analyysit ja niissä käytetyt menetelmät. Tulosten luotettavuuden varmistamiseksi STUK teetti riippumattomat vertailuanalyysit keskeisimmistä Loviisan laitossyksiköiden turvallisuuteen liittyvistä tapahtumista. Näihin analyysihin liittyivät myös herkkyystarkastelut, jotka ovat tarpeen laskentamenetelmiin ja laskentaoletuksiin liittyvien epävarmuuksien arvioimiseksi.

STUKin tekemien tarkastusten ja teettämien analyysien tulosten perusteella luvanhaltijan uudistamien determinististen analyysien tulokset täyttävät kaikilta osin uudistetuissa ohjeissa esitetyt hyväksymiskriteerit.

Käyttölupan uudistamisen yhteydessä luvanhaltija on tehnyt suunnitelman myös niistä toimenpiteistä, joilla tulevaisuudessa laitossyksiköiden turvallisuutta pyritään edelleen parantamaan ja joiden yhteydessä analyysit on uudistettava. Merkittävien Loviisan ydinvoimalaitoksella lähivuosina toteutettavista uudistuksista on laitoksen automaatiouudistus, jonka yhteydessä lähes kaikki häiriö- ja onnettomuustilanteiden analyysit päivitetään. STUK on jo vuoden 2007 aikana seurannut näiden suunnitelmien toteutumista.

### ***Todennäköisyysperustaiset riskianalyysit***

Fortum Power and Heat Oy toimitti STUKille Loviisan ydinvoimalaitoksen uudistetun todennäköisyysperustaisen riskianalyysin (PRA) käyttö-lupahakemuksen käsittelyä varten. Analyysiä on kehitetty ja täydennetty tehoajon tulva- ja säätapahtumien sekä palojen ja seismisten tapahtumien mallintamisen osalta. Ympäristöpäästön laskentaa on tarkennettu uusimalla radioaktiivisten aineiden kulkeutumismalli. Täydennettyyn analyysiin on otettu mukaan myös alustava arvio radioaktiivisten aineiden päästön riskistä seisokin aikana. STUKin tarkastushavaintojen mukaan seisokkiriskianalyysi vaatii kuitenkin vielä täsmentämistä.

Tehoajon ja vuosihuoltoseisokin riskit ovat keskenään samaa suuruusluokkaa. Tehoajon aikana merkittävimmät riskitekijät ovat säätösauvojen jäähdytysjärjestelmän murtumat ja pääkierto-

pumppujen tiivistevuodot. Vuosihuoltoseisokin aikana merkittävimpiä riskejä ovat 1) raskaan taa-kan putoaminen reaktorihallissa, 2) reaktoritehon äkillinen kasvaminen, jos booritonta jäähdytysvettä syötetään vahingossa reaktoriin, ja 3) öljyn ajautuminen laitoksen merivesikanavaan laivaonnettomuuden seurauksena.

Tarkastuksen perusteella STUK vaati voimayhtiöltä suunnitelman laitoksen riskien pienentämiseksi. Voimayhtiön suunnitelmassa esitettyjä turvallisuusparannuksia ovat mm. 1) säätösauvojen jäähdytysputkiston murtuman nykyistä luotettavampi eristäminen, 2) pääkiertopumppujen tiivistevuodon hallinnan varmentaminen palotilanteissa, 3) jatkuvatoimisten boorianalysointoreiden asentaminen boorittoman veden syötön estämiseksi, 4) raskaiden nostojen menettelytapojen ja nostolaitteiden parantaminen sekä 5) öljyvaaratilanteita koskevien ohjeiden edelleen kehittäminen. Laitoksella on käynnissä merkittäviä uudistushankkeita (mm. automaatiouudistus LARA), joiden toteutuminen parantaa turvallisuutta. Suuri osa muutoksista toteutetaan vuosina 2008–2010.

Voimayhtiö esitti myös suunnitelman analyysien täydentämisestä. Seisokkiriskianalyysiä täsmennetään vuosina 2008–2009 ja tähän perustuva seisokkitilanteiden ohjeiden kehitystyö valmistuu vuosina 2012–2015.

### ***Laitosmuutosten valvonta***

#### ***Loviisan voimalaitoksen automaatio uudistetaan***

Merkittävin meneillään oleva laitosmuutoshanke Loviisan laitoksella on laitossyksiköiden automaation uusiminen. Hanke alkoi vuonna 2004 uusien automaatiotilojen rakentamisella, ja hankkeen on tarkoitus valmistua vuonna 2014.

Uudistus on suunniteltu toteutettavaksi vaiheittain siten, että vuosihuoltojen aikana voidaan ottaa käyttöön kulloinkin uudistettu osa uutta automaatiota. Ensimmäinen vaiheista oli tarkoitus toteuttaa Loviisa 1:llä vuoden 2007 vuosihuollossa, jolloin oli tarkoitus uudistaa reaktorin tehon rajoitusjärjestelmän ja säätösauvojen ohjauksen automaatio. Uutta laitosautomaatiota varten rakennettavien rakennusten työt olivat kuitenkin myöhässä, mikä aiheutti viivettä mm. rakennusten ilmastointi- ja sähköasennuksiin. STUKin tarkastuksessa vuonna 2007 kävi lisäksi ilmi, etteivät

STUKille toimitetut automaatiouudistuksen ensimmäistä vaihetta koskevat suunnitelmat olleet kaikilta osin hyväksyttäviä eikä osaa tarvittavista aineistoista kyetty toimittamaan STUKille aikataulun mukaisesti. Ensimmäisen vaiheen asentaminen ja käyttöönotto Loviisa 1:lle ei siksi ollut mahdollista, ja uudistus siirtyi vuoteen 2008. Vuonna 2007 tehtiin valmistelevia rakennus- ja asennustöitä vuodeksi 2008. STUK seurasi asennuksia vuosihuoltovalvontansa yhteydessä.

Loviisa 1:n automaatiouudistuksen ensimmäisen vaiheen muutosten siirtyminen viivästyttää uudistuksen myöhempien vaiheiden aikataulua.

### ***Polttoaineen latauskoneita modernisoidaan***

Fortum Power and Heat Oy on aloittanut Loviisa 1:n ja Loviisa 2:n polttoaineen latauskoneiden modernisoinnin suunnittelutyön. Modernisoinnin tavoitteena on parantaa työturvallisuutta sekä uudistaa automaatio- ja sähköjärjestelmät. Latauskoneen sillasta tehdään korkeampi, jolloin latauskone voi liikkua polttoainealtaan reunoille rakennettavien pysyvien turvakaiteiden yli. Vuonna 2007 voimayhtiö esitteli STUKille latauskoneen periaatesuunnittelua ja lähetti turvallisuustoimintoja ja turvallisuusluokitusta koskevaa aineistoa STUKin hyväksyttäväksi.

### ***Jätteiden kiinteytyslaitoksen koekäytöt jatkuivat***

Loviisan laitosalueelle on rakennettu nestemäisten radioaktiivisten jätteiden kiinteytyslaitos. Kiinteytyslaitoksella käsitellään voimalaitoksella syntynyt radioaktiivinen haihdutusjäte ja puhdistussuodattimien radioaktiiviset ioninvaihtohartsit. Ensivaiheessa tuotantokäyttöön on tarkoitus ottaa haihdutusjätteen kiinteytys. Voimayhtiö jatkoi kiinteytyslaitoksen toteutusprojektin (LOKIT) laitostason koekäyttöjä, jotka aloitettiin vuonna 2006. STUK tarkasti valvontasuunnitelman mukaisesti kiinteytyslaitoksen järjestelmien koekäyttöohjelmat ja niiden tulokset. Säteilysuojelujärjestelyjä koskeneen tarkastuksen jälkeen STUK antoi luvan jatkaa koekäyttöä radioaktiivisilla nestemäisillä haihdutusjätteillä ja seurasi tehtyjä kokeita. Kokeissa ilmeni mm. säiliöiden pinnankorkeuden mittauksiin liittyviä parannustarpeita, minkä vuoksi kokeet uusitaan vuonna 2008 sen jälkeen, kun mittaukset on saatu toimimaan luotettavasti.

### ***Voimalaitoksen jäähdytysveden saantia varmennetaan muutoksilla***

Loviisan voimalaitoksella on meneillään hanke sammutetun reaktorin jäähdytyksen varmentamiseksi (ESCO1-projekti). Hankkeessa rakennetaan muun muassa vaihtoehtoinen meriveden ottoreitti laitosalueen itäpuolelta. Uutta vedenottomahdollisuutta voidaan käyttää, jos esimerkiksi suuri öljypäästö tai leväesiintymä estää laitoksen länsipuolella olevan normaalin vedenoton toiminnan. Uusi meriveden ottoreitti valmistui Loviisa 1:llä vuoden 2007 lopussa ja Loviisa 2:lla uuden reitin rakennustyöt olivat vuoden vaihteessa loppuvaiheessa. Öljyvaaratilanteen varalta tarvitaan lisäksi uutta vedenottoa paikkaa koskeva öljyntorjuntasuunnitelma.

Öljyvaaratilanteeseen varautumisen merkitys on korostunut viime vuosina, kun Suomenlahden öljykuljetukset ovat lisääntyneet voimakkaasti. STUK kiinnitti Loviisan voimalaitoksen käyttöluvan uusimiseen liittyvässä turvallisuusarviossa huomiota siihen, että vaihtoehtoisen vedenoton toteuttaminen ja öljyntorjuntasuunnitelman laatiminen ovat viivästyneet hyväksytyistä aikatauluista. STUK on pyytänyt Loviisan voimalaitokselta kesäkuun 2008 loppuun mennessä kuvauksen voimalaitoksen öljyntorjuntajärjestelyistä. Sen pitää kattaa ilmoitusjärjestelyt, käytettävissä oleva kalusto, öljypuomien sijoituspaikat, yhteistyöjärjestelyt Suomen ympäristökeskuksen ja alueellisen pelastuslaitoksen kanssa sekä koulutus ja ohjeistus.

### ***Laitosten toimintakuntoisuuden valvonta*** ***Turvallisuusteknisten käyttöehtojen noudattaminen***

STUK valvoi Loviisan voimalaitoksen turvallisuusteknisten käyttöehtojen noudattamista seuraamalla käyttötoimintaa laitospaikalla. Valvottavia kohteita olivat erityisesti turvallisuusteknisten käyttöehtojen piiriin kuuluvien laitteiden koestukset ja vikojen korjaaminen. Loviisa 1:n ja Loviisa 2:n vuosihuoltojen jälkeen STUK tarkasti, että laitoksiköt olivat turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaisessa tilassa ja että käyttöehtojen päivitykset oli tehty asianmukaisesti ennen käynnistysluvan myöntämistä.

Loviisan laitoksella oli 2 tapahtumaa, joiden johdosta laitossiköt olivat turvallisuusteknis-

**Taulukko 2.** Loviisan laitossyksiköiden tapahtumat, joista voimayhtiö laati erikoisraportin. Taulukkoon on merkitty tapahtumat, joiden johdosta laitossyksikkö oli TTKE:n vastaisessa tilassa. Kaikkia raportoinnin piiriin kuuluneita tapahtumia käsitellään liitteessä 1 (tunnusluku A.II.1). Liitteessä 3 kuvataan yksityiskohtaisemmin tapahtumia, joista on laadittu erikoisraportti.

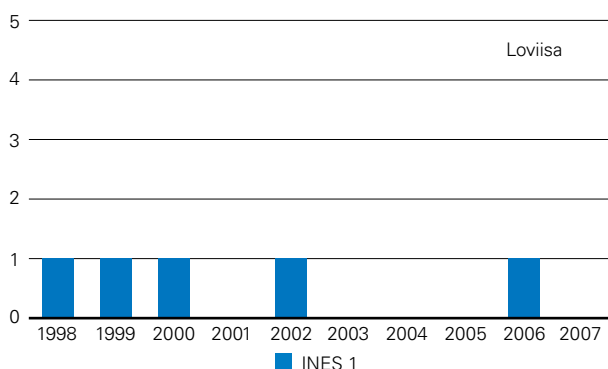
Tapahtuma	TTKE:n vastainen tila	Erikoisraportti	INES-luokka
Dieselvarmennettujen keskusten jännitteettömyys Loviisa 1:llä	•	•	0
Dieselgeneraattoreiden tasasähkö-keskusten välisen yhteyden virheellinen tila Loviisa 2:lla	•	•	0

ten käyttöehtojen vastaisessa tilassa. Molempien tapahtumien turvallisuusvaikutus oli pieni, mutta niiden perusteella käynnistettiin turvallisuutta parantavia toimenpiteitä. Lisäksi voimayhtiö haki lupaa 7:lle turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poikkeavalle tilanteelle. Hakemuksista 5 kohdistui laitevikojen pitkittyneeseen korjaukseen. Tähän on kiinnitettävä jatkossa huomiota, koska kaikki vikatilanteet on tarkoitettu korjata turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa asetetuissa aikarajoissa. STUK hyväksyi hakemukset tarkastuksen jälkeen (liite 1, tunnusluku A.I.2).

Loviisan voimalaitoksen turvallisuustekniset käyttöehdot on tällä hetkellä ajantasainen dokumentti, jonka käytettävyyttä ja selkeys ovat riittäviä. Poikkeamia ja TTKE:n vastaisia tilanteita on vähän, joten laitoksen käyttö on tapahtunut hyvää ydinturvallisuutta noudattaen.

### Käyttö ja käyttötapaukset

Loviisan voimalaitoksella työskentelee yksi paikallistarkastaja, jonka tehtävänä on laitossyksiköiden käytön päivittäinen valvonta. Lisäksi käyttöä valvotaan tätä varten laaditun järjestelmällisen ohjelman mukaisesti. Uutena piirteena STUKin käytöntarkastusohjelmaan lisättiin vuoden 2007 alusta neljännesvuosittain tehtävä käyttötoimintaan kohdentuva tarkastus. Voimayhtiön edustajat



**Kuva 6.** Loviisan laitoksen INES-luokitellut tapahtumat (INES-luokka vähintään 1).

esittävät tarkastuksissa ydin- ja säteilyturvallisuuteen sekä käyttö- ja kunnossapitotoimintaan liittyvät merkittävät asiat sekä STUKille raportoitujen tapahtumien johdosta käynnistettyjen korjaavien toimenpiteiden tilanteen. Tarkastusten yhteydessä tehdään kierroksia laitoksella eri kohteissa. Tarkastuksissa ei noussut esiin käytön kannalta merkittäviä asioita. Tarkastusten yhteydessä edellytettiin parannuksia laitoksen siisteyteen sekä tavaroiden varastointiin ja varastointialueiden merkintään laitoksella.

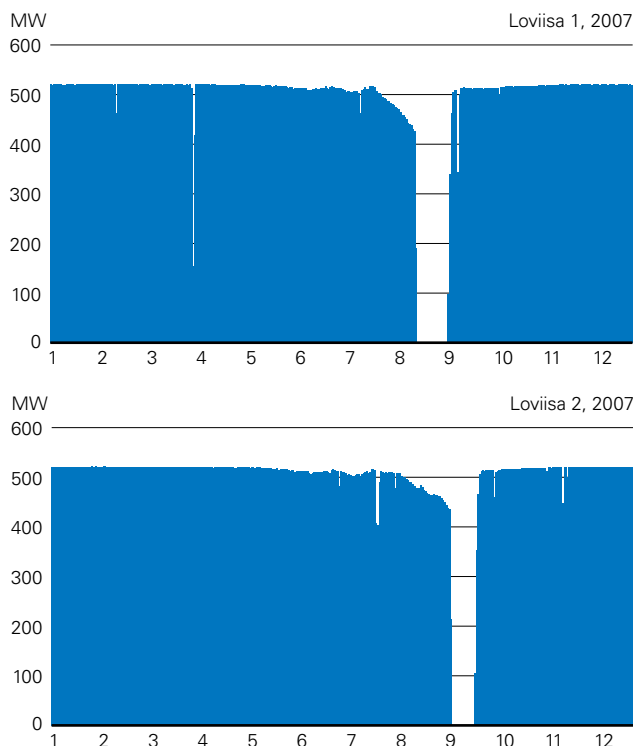
Laitevioista, ennakkohuolloista ja muista tapahtumista aiheutuneiden epäkäytettävyyksien vaikutus vuosittaiseen onnettomuusriskiin oli hyvin pieni, Loviisa 1:llä noin 0,9 % ja Loviisa 2:lla noin 2 %. Riskin kannalta merkityksellisimpiä olivat muutamat yksittäiset laiteviat ja apuhätsyötyöjärjestelmän osajärjestelmien ennakkohuollot.

### Käyttö ja käyttötapaukset

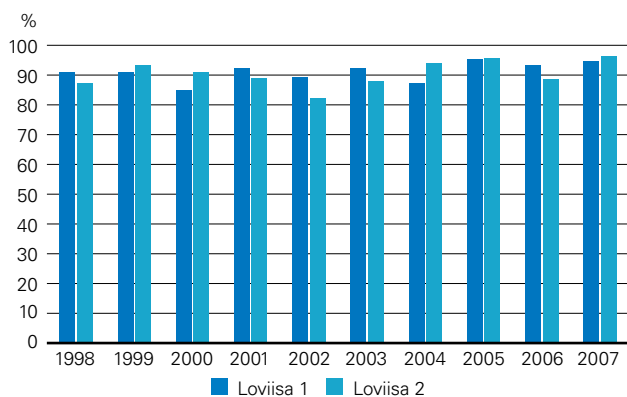
Loviisan laitossyksiköt toimivat luotettavasti vuonna 2007. Loviisa 1:n energiakäyttökerroin oli 94,6 % ja Loviisa 2:n 96,1 %.

Vuosihuoltoseisokin pituus Loviisa 1:llä oli 20 vuorokautta ja Loviisa 2:lla 15 vuorokautta. Lisäksi kummallakin laitossyksiköllä oli lyhytaikaisia pieniä tuotantotehon laskuja, jotka johtuivat teknisistä vioista. Merkittävimmät näistä olivat Loviisa 1:n turbiinin alasajo generaattorin vetyvuodon korjaamiseksi ja Loviisa 2:n päämerivesipumpun kannatinlaakerin vaurioituminen ja korjaus. Laitteiden vikaantumista aiheutuneet tuotannon menetykset nimellistuotannosta olivat kokonaisuudessaan pieniä, Loviisa 1:llä 0,34 % ja Loviisa 2:lla 0,23 %. Laitevioista aiheutuneita tuotannonmenetyksiä tarkastellaan pitemmältä ajanjaksolta liitteessä 1 (tunnusluku A.I.1g).





**Kuva 7.** Loviisan laitosyksiköiden keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho vuonna 2007.



**Kuva 8.** Loviisan laitosyksiköiden energiakäyttökertoimet.

### Vuosihuoltoseisokit

STUKin valvonnan perusteella voidaan todettiin, että Loviisan voimalaitoksen vuosihuolto oli suunniteltu hyvin ja toteutettiin turvallisesti.

Vuosihuoltoseisokkien valvontaan käytettiin normaalina työaikana 96 työpäivää. Lisäksi laitoksella työskenteli vakituisesti yksi paikallistarkastaja. Normaalin työajan ulkopuolella vuosihuoltojen valvonnassa tehtiin yhteensä 89 tarkastuspäivää.

### Loviisa 1:n vuosihuolto

Loviisa 1:n lyhyt polttoaineenvaihtoseisokki oli 18.8.–7.9.2007, ja se kesti 2 vuorokautta suunniteltua pidempään. Seisokkia pidensi mm. 4 pääkiertopumpun huolto 2 pumpun sijaan sekä suojarakennuksen erikoisviemäröinnin eristysventtiilin korjaus seisokin lopussa.

Loviisa 1:n seisokin aikana tapahtui 2 häiriötä sähkönsyötössä – ylivirtareleen vioittuminen 22.8.2007 (seurauksena Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastainen tila, tunnusluku A.I.1g) ja kantaverkon häiriö 24.8.2007. Tapahtumat eivät vaarantaneet laitoksen turvallisuutta.

Polttoaineen vaihdon lisäksi vuosihuollossa tehtiin normaaleja huolto- ja tarkastustöitä ja neljän pääkiertopumpun huolto. Sekundääripiiristä huollettiin mm. merivesipumppuja. Turbiini ja generaattori tarkastettiin ja vuonna 2008 tehtävää generaattorin staattorin vaihtoa valmisteltiin. Muutostyönä vuosihuollossa asennettiin pääkiertopumpun uudelleen käämitty moottori. Turvallisuutta lisäävänä muutostyönä kahdennettiin kahden höyrystimen ulospuhallusjärjestelmän putki. Höyrystimessä tulpattiin yksi viallisen lämmönsiirtoputken pää, jota ei vuonna 2006 saatu tulpattua.

### Loviisa 2:n vuosihuolto

Loviisa 2:n polttoaineenvaihtoseisokki alkoi 8.9.2007 ja päättyi 23.9.2007 noin 4 tuntia suunniteltua aikaisemmin. Seisokki oli Loviisan historian lyhyin, ja se kesti 14 vrk ja 21 tuntia.

6 kV:n sähkökeskuksista löytyi 3 uutta säröytynyttä kiskoa, ja ne korjattiin. Kyseessä on ainoastaan Loviisa 2:lla esiintynyt kiskojen rakenteesta johtuva ikääntymisilmiö, ja sitä seurataan myös jatkossa.

Polttoaineen vaihdon lisäksi vuosihuollossa tehtiin huolto- ja tarkastustöitä, reaktoripainesäiliön kansitiivisteurien tarkastuksia ja kahden pääkiertopumpun huolto. Seisokin aikana huollettiin yksi merivesipumppu ja yksi pumppu vaihdettiin uuteen. 6 kV:n sähkökeskuksen kiskoja tarkastettiin mahdollisten uusien säröjen löytämiseksi. Vuosihuoltoon kuului myös turbiinin ja generaattorin tarkastuksia. Turvallisuutta lisäävänä muutostyönä kahdennettiin yhden höyrystimen ulospuhallusjärjestelmän putki.

### Laitoksen ylläpito ja ikääntymisenhallinta

Vuonna 2007 STUK arvioi Fortum Power and Heat Oy:n toimittaman selvityksen Loviisan laitoksen ikääntymisen hallinnasta. Asiakirjoissa kuvataan käyttöiän hallinnan periaatteet ja toteutus sekä laitteiden, rakenteiden ja järjestelmien tila ja käyttöiän jatkoperusteet. STUK totesi, että vanhene-  
misen seurantaohjelmaksi esitetyssä kokonaisuudessa on puutteita verrattuna ohjeiden YVL 5.2 ja YVL 5.5 vaatimuksiin. Voimayhtiöltä on pyydetty suunnitelma puutteiden korjaamisesta.

STUK tarkasti myös järjestelmien, laitteiden ja rakenteiden kelpoistuksen ylläpitoa Loviisan voimalaitoksella. STUK edellytti kelpoistuksen ylläpidon kehittämistä aiempaa järjestelmällisemmäksi. Huomioon otettavia asioita ovat kelpoistuksen jäljitettävyyden, laitoksen käytön aikana mahdollisesti tapahtuvien muutokset, turvallisuusanalyysien päivitykset ja kelpoistusvaatimusten muuttuminen. Voimayhtiö toimitti Loviisan voimalaitoksen ylläpitoa ja seurantaa koskevan ohjelman vuoden 2007 lopulla.

STUK arvioi voimalaitoksen ikääntymisen hallintaprosessia ja todensi saamiensa asiakirjojen tietoja laitospaikalla vuosittain tehtävissä käytönvalvonnan tarkastuksissa. STUK on todennut, että eräitä automaatiokomponenttien kelpoistettuja varaosia on niukasti saatavilla. Fortum Power and Heat Oy on käynnistänyt vaatimukset täyttävien varaosien hankinnan esim. reaktorin neutronivuon ilmaisimille, joita käytetään reaktorin käynnistys-  
sen ja sammuttamisen aikana.

STUK tarkasti sähkö- ja automaatiojärjestelmien muutostöitä koskevat suunnitelmat ja valvoi osan muutostöiden käyttöönottotarkastuksista. Sähkölaitteiden merkittäviä korjaus- ja huoltotöitä olivat pääkierto- ja merivesipumppumootorien vaihdot. Vuosihuoltojen aikana STUK valvoi sähkö- ja automaatiojärjestelmien ja -laitteiden määräaikaistarkastuksia ja -koestuksia. Loviisan voimalaitoksen tarkastuslaitoksen sähkö- ja automaatiotekniikka teki vuoden aikana yli 40 käyttöönottotarkastusta turvallisuusluokiteltujen järjestelmien muutostöiden jälkeen.

Loviisan laitossyksiköiden vuosihuolloissa ei tehty merkittäviä mekaanisten laitteiden ikääntymisen hallintaan liittyviä havaintoja. Kummallakin laitossyksiköllä tehtiin reaktoripainesäiliölle ja pääkiertoputkistolle ohjeen YVL 3.8 mukaiset luvanhaltijan tehtäviin kuuluvat määräaika-

tarkastukset. STUKin valvontaan kuului tarkastusohjelmien hyväksyminen ennen tarkastuksia, tarkastusten valvonta ja tulosten läpikäynti laitospaikalla. Lopullisesti tulokset hyväksytetään STUKilla vuosihuoltojen jälkeen. Luvanhaltijan tekemien sekundääripiirin putkistojen ns. kunnonvalvontatarkastusten tulokset STUK tarkasti laitospaikalla.

Voimayhtiö havaitsi vuonna 2004 vuosihuolloissa tehdyissä tarkastuksissa, että kummallakin Loviisan laitossyksiköllä oli kahdessa reaktoripainesäiliön kannen säätösauvakoneiston läpivientiyhteessä vettä yhdeputken ja korroosiosuojaholkin välissä. Vesi pääsee välitilaan suojaholkin kiinnityshitsin yläpäässä olevasta säröstä, joka laajenee rakenteen jäähtyessä reaktorin seisokin aikana. Kun rakenne lämpenee käyttölämpötilaan, vesi ei pääse poistumaan välitilasta ja saattaa aiheuttaa suojaholkin pullistumista. Tarkastukset tehtiin samantyyppisiltä VVER-laitoksilta saatujen käyttökokemustietojen perusteella. Havainnon jälkeen läpivientiyhteet on tarkastettu vuosittain TV-kameralla, eikä niissä ole havaittu veden aiheuttamia pullistumia tai muita näkyviä muutoksia. Loviisa 2:lla yhteet korjattiin vaihtamalla niihin uudet korroosiosuojaputket vuoden 2006 seisokissa. Vastaava korjaus tehdään Loviisa 1:llä vuoden 2008 vuosihuoltoseisokissa.

Loviisa 1:llä tarkastettiin reaktorin tukikorin verhouksen kiinnitysruuvit vaihdettujen polttoaine-elementtien ja säätösauvojen kohdilta. Ruuvien todettiin olevan paikallaan. Reaktoripainesäiliön laippatason tiivisteurat tarkastettiin tunkeumavärillä. Vuonna 2006 korjatuissa sisemmissä tiivisteurissa ei todettu vikoja. Ulommissa tiivisteurissa samana vuonna havaitut ja korjaamatta jätetyt säröt eivät olleet kasvaneet. Ulommista tiivisteurista löydettiin lisäksi muutama uusi särö, jotka jätettiin seurantaan korjaamatta. Yhdessä höyrystimestä tulpattiin yhden tuubiputken toinen pää. Vuonna 2006 tulppausta ei tehty, koska putken suuta oli hiottava ennen tulppausta eikä siihen ollut varauduttu. Lisäksi kahteen höyrystimeen asennettiin lauhdeastiat, joiden avulla veden pinnan korkeuden mittausta voidaan vakauttaa. STUK hyväksyi näihin liittyvät rakennesuunnitelmat ja koekäyttöohjelmat ennen vuosihuoltoseisokkeja. Lisäksi vuosihuollossa tehtiin mm. paineistimen päävaroventtiilien ohjausventtiilien huollot ja tarkastukset, kolmen pääkiertopumpun huollot ja

### **Painelaitteiden valmistajat ja tarkastus- ja testauslaitokset**

*Käyttövuoden aikana Loviisan voimalaitosta varten myönnettiin yksi uusi painelaittevalmistajan lupa. Ohjeen YVL 1.3 mukaisia testauslaitoshyväksyntöjä myönnettiin 3. Lisäksi 3 testauslaitosta hyväksyttiin tekemään YVL 3.8 mukaisia määräaikaistarkastuksia. Loviisan YVL:n oman tarkastuslaitoksen hyväksyntä uusittiin viideksi vuodeksi. Lisäksi hyväksyttiin tarkastuslaitokseen erillinen yksikkö tekemään sähkö- ja automaatioalueen tarkastuksia. Yhden testauslaitoksen lupa peruutettiin akkreditoinnin puuttumisen vuoksi.*

tarkastukset sekä säätösauvakoneistojen huollot. Höyrystimien päävaroventtiileille tehtiin vuosikoestukset ennen seisokkia.

Loviisa 2:lla tarkastettiin myös reaktoripainesäiliön laippatason tiivisteurat. Vanhat säröt eivät olleet kasvaneet, mutta 2. ja 3. uran väliseltä tasalueelta löydettiin yksi uusi pistemäinen vikaindikaatio. Uusi vika jätettiin korjaamatta, koska voimayhtiön toimenpidesuunnitelman mukaisesti tiivistepinta korjataan toisella laitossyksiköllä vuonna 2008. Lisäksi paineistimen varoventtiilien ohjausventtiileille, höyrystimien päävaroventtiileille, kahdelle pääkiertopumpulle ja säätösauvakoneistoille tehtiin huollot ja tarkastukset kuten Loviisa 1:llä.

Kummallakin laitossyksiköllä oli 2 STUKin tarkastusalueelle kuuluvaa painelaitteiden määräaikaistarkastusta. STUK valvoi molemmilla laitossyksiköillä tarkastuksia, joita tarkastuslaitokset tekivät turvallisuusluokkien 3 ja 4 sekä luokan EYT painelaitteille.

STUK teki vuoden aikana yhteensä 132 rakennetarkastusta ja laitoksella toteutettujen korjaus- ja muutostöiden tarkastusta. Lisäksi tehtiin 10 käyttöönottotarkastusta.

## **Säteilyturvallisuus**

### **Työntekijöiden säteilyturvallisuus**

STUK hyväksyi Fortum Power and Heat Oy:n toimittamien asiakirjojen perusteella Loviisan ydinvoimalaitoksen annosvalvontajärjestelmän käytön vuoteen 2011 asti. Vuoden 2008 aikana STUK saa

tarkastettaviksi annosvalvonnan ohjeiden ja toimintatapojen tarkennuksia. Laitoksen työntekijöiden säteilyannosten mittaamiseen käytettävillä dosimetreille tehtiin vuosittainen testi, jonka tulokset olivat hyväksyttävät. Testissä STUKin mittanormaallilaboratoriossa säteilytetään otos dosimetrejä ja annosten luenta tehdään voimalaitoksella.

STUK teki Loviisan laitoksella käytön tarkastusohjelman mukaisen säteilysuojelun tarkastuksen, jonka aiheina olivat säteilysuojelujaoksen resurssit, osaaminen ja työskentely. STUK edellytti, että Loviisan laitos kehittää toimintaansa edelleen ja mm. tehostaa työnsuunnittelijoiden säteilysuojelukoulutusta ja järjestää vaativien huoltotöiden ennakkoharjoittelua.

STUK teki seisokkien säteilysuojelun tarkastuksia kummankin Loviisan laitossyksikön vuosihuoltojen aikana. Tarkastuksissa todettiin, että laitoksella on kehitetty mm. työkohteiden säteilymerkintöjä. STUK jatkaa tarkastuksia, joissa arvioidaan laitoksen säteilytyölupien käyttöä, kontaminaatiovalvontaa vuosihuollossa sekä työkohteiden opastamista. Loviisan laitoksen säteilysuojeluohjeita kehitetään edelleen mm. pintakontaminaatiomittausten osalta. Laitos arvioi myös sitä, olisiko vuosihuoltojen järjestyksen vaihtaminen tulevaisuudessa hyödyksi säteilysuojelun tehokamman toteuttamisen kannalta.

### **Säteilyannokset**

Työntekijöiden yhteenlaskettu (kollektiivinen) säteilyannos Loviisa 1:llä oli 0,41 manSv ja Loviisa 2:lla 0,32 manSv. STUKin ohjeen mukaan kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo yhdelle laitossyksikölle on kahden perättäisen vuoden keskiarvona 2,5 manSv yhden gigawatin nettosähkötehoa kohden. Se merkitsee Loviisan laitossyksikölle kollektiivisen annoksen arvoa 1,22 manSv. Raja-arvo ei ylittynyt kummallakaan laitossyksiköllä. Loviisan laitossyksiköiden yhteenlaskettu kollektiivinen annos oli käyttöhistorian pienin. Myös OECD-maiden painevesireaktoreiden keskimääräiseen tasoon verrattuna Loviisan laitosten työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos oli pieni vuonna 2007.

Vuosittainen yhteenlaskettu säteilyannos kertyy pääasiassa vuosihuoltoseisokeissa tehtyjen töiden aikana. Loviisa 1:n seisokin aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos oli 0,37 manSv. Suurin yksittäisen henkilön saa-



ma säteilyannos Loviisa 1:n vuosihuollossa oli 6,27 mSv. Loviisa 2:n vuosihuoltoseisokin aikaisista töistä aiheutui 0,28 manSv kollektiivinen säteilyannos. Suurin yksittäisen henkilön saama säteilyannos Loviisa 2:n vuosihuoltoseisokissa oli 5,34 mSv. Suurin molempien laitostyöskenteläisten seisojien aikana saatu säteilyannos oli 9,82 mSv.

Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla työskennelleiden henkilöiden säteilyannosten jakauma vuonna 2007 on liitteessä 2.

### **Radioaktiivisten aineiden päästöt ja ympäristön säteilyvalvonta**

Ydinreaktorissa käytön aikana syntyneistä radioaktiivisista aineista pääosa on ydinpolttoaineesa ja reaktorin jäähdytysjärjestelmässä sekä siihen liittyvissä puhdistus- ja jätejärjestelmissä. Laitoksesta ulos laskettavat vesi- ja ilmapäästöt puhdistetaan ja viivästetään siten, että niiden säteilyvaikutus ympäristössä on hyvin pieni verrattuna luonnossa normaalisti olevien radioaktiivisten aineiden vaikutukseen. Päästöt mitataan huolellisesti ja varmistetaan, että ne selvästi alittavat asetetut raja-arvot. Päästöistä laskettu säteilyannos eniten altistuneella ympäristön asukkaalla on viime vuosina ollut alle yhden prosentin asetetusta raja-arvosta 0,1 millisieverttiä.

STUK edellytti, että Loviisan laitos arvioi ilmaan vapautuvien päästöjen leviämisen varalta laitospaikan säämastojärjestelmän lisäksi ulkopuolisten reaaliaikaisten lisämittausten ja tähän liittyvien leviämisen ennustemallien kehittämistä vuosina 2007–2009.

Loviisan laitoksen ympäristön säteilyvalvonnan nykyinen toimintaohjelma on hyväksytty vuosiksi 2003–2007. Voimayhtiön ja mittauksia toteuttavan riippumattoman laboratorion asiantuntijat esittelivät kokemuksiaan ja vuoteen 2012 jatkuvan uuden kauden muutostarpeita. Ohjelma toimitetaan lopullisena STUKin hyväksyttäväksi vuoden 2008 alussa.

STUK tarkasti Loviisan voimalaitoksen radioaktiivisista päästöistä ja ympäristövalvonnasta laaditut neljännesvuosi- ja vuosiraportit.

Päästöt Loviisan ydinvoimalaitokselta ympäristöön olivat vuonna 2007 huomattavasti alle asetettujen rajojen. Radioaktiivisten jalokaasujen päästöt ilmaan olivat noin 5,5 TBq, mikä on noin 0,03 % asetetusta rajasta. Jalokaasupäästöissä

**Taulukko 3.** Loviisan voimalaitoksesta peräisin olevat radioaktiiviset nuklidit, jotka havaittiin vuoden 2007 ympäristönäytteistä.

Näyte	Havaitut nuklidit (näytteiden lukumäärä)
Ilmalaskeuma	Co-60 (2)
Vesikasvi	Co-60 (6), Ag-110m (5), Mn-54 (1), Co-58 (3), Sb-124 (3)
Sedimentti	Co-60 (7), Ag-110m (1)
Merivesi	H-3 (7)

hallitsevana oli reaktoripaineastian ja pääsäteilysuojan välisessä ilmassa olevan argon 40:n aktiivointituote argon 41. Jodipäästöt ilmaan olivat noin 0,7 MBq, mikä on noin 0,0004 % asetetusta rajasta. Hiukkasmaisten aineiden päästö ilmaan oli noin 0,1 GBq, tritiumpäästö ilmaan noin 0,2 TBq ja hiili-14 -päästö ilmaan noin 0,2 TBq.

Mereen päästettyjen vesien tritiumsisältö 16 TBq on noin 11 % päästörajasta. Muiden mereen päästettyjen nuklidien yhteenlaskettu aktiivisuus oli noin 0,4 GBq, mikä on noin 0,04 % päästörajasta.

Päästöjen perusteella laskettu säteilyannos ympäristön eniten altistuneelle yksilölle oli noin 0,05 mikroSv vuodessa eli alle 0,1 % asetetusta rajasta (Liite 1 tunnusluku A.I.5). Laitoksen ympäristössä maaperästä tuleva radioaktiivisten aineiden lähettämä säteily aiheuttaa samansuuruisen annoksen noin 15 minuutin mittaisen ulkoilun aikana.

Loviisan voimalaitoksen ympäristöstä kerättiin ja analysoitiin yhteensä 317 näytettä vuoden 2007 aikana. Ydinvoimalaitoksen ympäristössä toteutetaan monipuolista ja kattavaa, STUKin hyväksymää valvontaohjelmaa. Ohjelma on laaja ja näytteitä kerätään laitospaikan maa- ja meriympäristöstä sekä ilmasta yhteensä yli 300 näytettä vuosittain. Ulkoista taustasäteilyä ja ympäristön asukkaiden radioaktiivisuutta mitataan myös säännöllisesti. Osasta analysoiduista näytteistä on havaittu erittäin pieniä määriä radioaktiivisia aineita, jotka ovat peräisin ydinvoimalaitokselta. Määrät ovat niin pieniä, että niillä ei ole merkitystä säteilyaltistuksen kannalta.

### **Valmiusjärjestelyt**

STUK valvoo muun käyttötoiminnan valvonnan ohella ydinvoimalaitosten käyttöorganisaation valmiutta toimia poikkeavissa tilanteissa. Loviisan

### OSART-tarkastus

*OSART on Kansainvälisen atomienergiajärjestön IAEA:n jäsenmailleen tarjoama palvelu, jossa kansainvälinen asiantuntijaryhmä (Operational Safety Review Team) tekee laajan arvioinnin ydinvoimalaitoksen käyttöturvallisuudesta. Tarkastuksessa arvioidaan voimalaitoksen turvallisuustaso ja autetaan laitosta käyttöturvallisuuden jatkuvassa parantamisessa tunnistamalla kehityskohteita. Tarkastusryhmä tunnistaa myös laitoksen hyviä käytäntöjä ja toimintamalleja, jotka voivat hyödyttää muita voimalaitoksia. Arviointikäynnit tehdään isäntämaan hallituksen pyynnöstä.*

*OSART-tarkastuksen 8 aihealuetta ovat*

- johtaminen, organisaatio ja hallinto
- koulutus ja pätevyys
- käyttötoiminta
- kunnossapito
- tekninen tuki
- säteilysuojelu
- käyttökokemustoiminta
- kemia
- valmiustoiminta.

voimalaitoksella ei ollut tällaisia poikkeavia tilanteita vuonna 2007.

Valmiusjärjestelyt Loviisan voimalaitoksella täyttivät keskeiset viranomaisvaatimukset, ja tämä on todettu syyskuussa 2007 pidetyssä käyttötoiminnan tarkastuksessa. Siinä käytiin läpi valmiusorganisaation tilojen uudelleenjärjestelyjä, valmiustilanteen aikaisen laitostiedonsiirtoon käytettävien yhteyksien testaamista ja yhteyksien varmentamista sekä voimalaitoksen sisäisten hälytysmenettelyjen kehittämistä.

Loviisan voimalaitos ja Itä-Uudenmaan pelastuslaitos ylläpitävät yhteistyössä valmiutta Loviisan ydinvoimalaitosonnettomuuden varalle mm. yhtenäistämällä valmiustilaneessa käytettäviä tukiaineistoja kuten karttapohjia ja mittausparttioiden reittejä sekä parantamalla mittauksien välittämistä siten, että se kerätään suoran yhteiseen tietokantaan.

Loviisan voimalaitoksen valmiusharjoitus pidettiin 23.11.2007.

## Organisaation toiminnan valvonta

### Turvallisuusjohtaminen

Turvallisuusjohtamisessa painopiste oli laitoksen turvallisuuden ja toiminnan kokonaisvaltaisessa arvioinnissa (ks. kohta ”käyttölupa”). Lisäksi IAEA teki Loviisan laitoksen OSART-tarkastuksen maaliskuussa 2007.

Loviisan voimalaitoksen turvallisuusjohtamisen tarkastus kohdistui vastuullisen johtajan varamiesjärjestelyihin, henkilöstöresurssien ja tilaresurssien hallintaan, turvallisuus- ja laatuasioiden hallintaan sekä toiminnan arviointiin ja parantamiseen. STUK edellytti, että Loviisan voimalaitoksella on selkiytettävä vastuullisen johtajan varamiesjärjestelyjä ja tehostettava viranomaisen antamien määräaikojen seuranta. STUK korosti myös, että toiminnan suunnittelun järjestelmällisyyttä, tehokkuutta ja vaikuttavuutta on edelleen parannettava ja erityistä huomiota on kiinnitettävä itsearviointien ja johdon katselmusten toteuttamiseen.

Loviisan voimalaitoksen vastuullinen johtaja vaihtui vuoden 2008 alusta. STUK hyväksyi uuden vastuullisen johtajan ja hänen varahenkilönsä hakemuksen ja arviointikeskustelujen perusteella.

Loviisan voimalaitoksen johtamisessa on kiinnitettävä huomiota toiminnan suunnitteluun ja tavoitteiden saavuttamisen seurantaan, työtiloihin ja henkilöstön työskentelyolosuhteisiin sekä muutosprojektien toteutuksen ja niitä koskevien aikataulujen seurantaan. Vuonna 2008 STUK tarkastaa kohdennetusti toiminnan suunnittelua, tavoitteiden asettamista ja resurssien kohdentamista Loviisan voimalaitoksella.

### Laadunhallintajärjestelmä

STUK arvioi tekemässään tarkastuksessa Loviisan voimalaitoksen laadunvarmistusjärjestelmän toimivuutta ja kattavuutta sekä hankintatoiminnan laadunhallintaa.

Loviisan voimalaitoksella on toimiva ja kattavasti ohjeistettu laadunvarmistusjärjestelmä. Sisäisten seurantatarkastusten toteuttamiseen suunnitellusti on kiinnitetty erityistä huomiota, ja useita kattavia tarkastuksia on kohdistettu ydinturvallisuuden kannalta tärkeille osa-alueille. Loviisan voimalaitoksen automaatiojärjestelmän uudistusprojektissa on ollut ongelmia aikataulun lisäksi hankintoihin liittyvissä toimittaja-arvioin-

neissa ja Loviisan voimalaitoksen menettelytavoissa valvoa toimitusprojektien laadunvarmistusta.

STUK seuraa vuonna 2008 Loviisan voimalaitoksen hankintamenettelyjen ja toimittajien valvonnan tehostamista.

### **Henkilökunnan pätevyys ja koulutus**

STUK teki Loviisan voimalaitoksella tarkastuksen, jonka aiheina olivat osaamisen hallinnan kehittäminen, koulutustoiminta ja koulutustoiminnan organisointi. Tarkastuksen kohteena olivat myös Loviisan automaatiojärjestelmän uudistusprojektin ohjeisto- ja koulutus -osaprojektin eteneminen sekä ulkopuolisten alihankkijoiden ja työnjohdon pätevyysvaatimukset ja koulutus vuosihuolloissa 2007. Loviisan voimalaitoksen koulutustoiminta ja toiminnan organisointi on toteutettu asianmukaisesti. STUK edellytti, että uusien henkilöiden perehdyttämiseen ja perehdytysohjelmien toteuttamiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota, ja että koulutustilojen riittävyys on arvioitava. Lisäksi automaatiojärjestelmän uudistusprojektin ohjeisto- ja koulutusprojektiin on varattava riittävästi henkilöstöä ja suunnitelmat on päivitettävä vastaamaan projektissa tapahtuneita muutoksia.

Loviisan voimalaitoksen henkilöstösuunnitelman lähtökohtana on 10-vuotissuunnitelma, jota johto arvioi ja päivittää vuosittain. Laitoksella on rekrytoitu useita kymmeniä uusia henkilöitä vuoden aikana. Henkilöstöresurssien riittävyys on koettu kriittiseksi useissa tehtävissä, kuten laadunvalvonnassa, laadunvarmistuksessa, riskiarvioinnissa ja säteilysuojelussa.

Vuoden aikana voimayhtiö rekrytoi 6 uutta ohjaajakoulutettavaa. STUK hyväksyi 7 uutta ohjaajaharjoittelijaa 2 vuoden lisenssillä kirjallisten kuulustelujen perusteella. Suullisen tentin suoritti 6 henkilöä ja heidät hyväksyttiin uusiksi ohjaajiksi. Vuoden aikana uusittiin 17 henkilön ohjaajalisenssit, 1 kuulustelutulos hylättiin ja yksi ohjaajalisenssi raukesi.

Laitoksella on kehitteillä työterveys- ja turvallisuusjärjestelmä (OHSAS 18001). Tämä näkyy esimerkiksi siten, että vuoden 2007 aikana kiinnitettiin huomioita henkilöstön ja urakoitsijoiden säteilysuojeluun ja työturvallisuuteen sekä työympäristön järjestykseen.

### **Käyttökokemustoiminta**

*Fortum on perustanut muiden ydinvoimalaitosten käyttökokemusten keruuta, seulontaa, analysointia ja käsittelyyn saattamista varten erityisen käyttökokemusryhmän (KKR), jonka jäsenillä on asiantuntemusta eri tekniikan aloilta. Ryhmä palvelee Loviisan voimalaitoksen lisäksi myös Fortumin muita toimintoja. Käyttökokemusryhmän keskeisiä tietolähteitä ovat WANO (World Association of Nuclear Operators) sekä IAEA ja OECD/NEA ylläpitämänsä IRS-järjestelmän (Incident Reporting System) kautta. Käyttötapahtumatietojen käsittelyryhmä tarkastaa saamansa raportit ja selvittää, aiheuttaako jokin tapahtuma toimenpiteitä laitoksella, menettelytavoissa tai ohjeistossa. Ryhmä antaa suosituksia edelleen käsiteltäväksi ja päätettäväksi mahdollisista jatkotoimenpiteistä. VVER-tyyppisiltä laitoksilta Loviisan voimalaitos saa käyttökokemustietoa eri tekniikan alojen yhteistyön puitteissa.*

*Kaikista Loviisan laitoksella vuonna 2007 käsittelemään otetuista merkittävistä omista tapahtumista valmistui raportit. KKR käsitteli vuonna 2007 kokouksissaan yhteensä 48 muiden laitosten tapahtuma- ja tutkimusraporttia eri lähteistä esiseulotuista 800 raportista. KKR antoi suosituksen laitoksella tehtävien teollisuusradiografiakuvausten säteilysuojelun arvioinnista.*

### **Käyttökokemustoiminta**

Loviisan laitoksella on ollut vähän tapahtumia, joista on tehty erikoisraportti. Vuonna 2007 raportoitiin 2 sähköjärjestelmiä koskenutta turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaista tapahtumaa. Molempien tapahtumien turvallisuusmerkitys oli pieni. Ensimmäisestä tapauksesta voimayhtiö laati myös erillisen perussyysanalyysin ja sen perusteella voimalaitoksella täsmennettiin muutostöiden koordinoitua ja toteuttamista koskevia menettelyjä, tarkennettiin töiden vaiheistusta työtilausjärjestelmässä ja täydennettiin sähkötöiden tarkastusohjeistoa. Toisessa tapauksessa syyt olivat ilmeiset ja korjaavat toimenpiteet kohdistuivat tapahtuman teknisten syiden selvittämiseen ja niiden vaikutusten eliminointiin.

Merkittävistä häiriöistä laitosyksikön toiminnassa on laadittava häiriöraportti. Tällaisten häiriöiden määrä on pysynyt Loviisan voimalaitoksella kohtuullisena ja vuonna 2007 käyttöhäiriöraportti tehtiin yhteensä 8 tapahtumasta. Loviisan laitosyksiköillä ei ollut yhtään reaktoripikasulkua vuonna 2007.

Myös sellaiset tapahtumat tai läheltä piti -tilanteet, joista ei laadita erikois- tai häiriöraporttia, edellyttävät laitoksen sisäistä käsittelyä ja raportointia. Näiden tapahtumien raportit toimitetaan STUKille tiedoksi, mikäli tapahtumalla on tai saat- taa olla merkitystä ydin- tai säteilyturvallisuuden tai STUKin tiedotustoiminnan kannalta. Vuonna 2007 Loviisan voimalaitos toimitti STUKille 8 täl- laista muuta tapahtumaraporttia.

STUK tarkasti luvanhaltijan toimittamat ta- pahtumaraportit ja vuosittaisen yhteenvedon käyttökokemustoiminnasta. Näiden lisäksi käyt- tökokemustoiminta oli aiheena kahdessa käytön tarkastusohjelman tarkastuksessa. Vuoden 2007 käyttökokemustoiminnan tarkastuksen huomau- tuksena todettiin, ettei Loviisan voimalaitoksella ole tehty viime vuosina merkittävimpien omien tapahtumien yhteydessä perussyyanalyysjä kuin muutama, mikä johtuu erittäin raskaasta mene- telmästä. Voimalaitos on jo aloittanut menetel- män kehittämisen kevyempään suuntaan. Lisäksi kiinnitettiin huomiota kansainvälisen käyttökoke- mustoiminnan resurssihin, jotka paranivat loppu- vuonna 2007.

Kansainvälisten käyttökokemusten hyödyntä- mistä koskeneessa tarkastuksessa todettiin, että voimayhtiöllä on toimintaa varten ohjeistetut menettelyt ja että toimintaa pyritään tehosta- maan Loviisan voimalaitoksella oma-aloitteisesti. Kehittämiskohteeksi tunnistettiin IRS-raporttien kattavampi seulonta. Laitoksella oletettiin hu- mionarvoisten tapahtumien sisältyvän WANOn (World Association of Nuclear Operators) raport- teihin.

Loviisan voimalaitoksella on järjestelmälliset ja ohjeistetut menettelyt omien tapahtumien sel- vittämiseksi, arvioimiseksi sekä korjaavien toi- menpiteiden käynnistämiseksi ja toteutuksen seu- raamiseksi. Laitoksen käyttötapahtumissa ei ole esiintynyt merkittäviä toistuvia tapahtumia ja käyttötapahtumien määrä ja vakavuus ovat las- kussa. Laitos on tunnistanut ja käynnistänyt oma- aloitteisesti toimenpiteitä resurssien osaamisen

ja menettelyjen parantamiseksi. STUKin arvion mukaan kehitettävää on mm. perussyyanalyysissä sekä inhimillisten tekijöiden kirjaamisessa.

### Käytetty ydinpolttoaine ja voimalaitosjätteet

STUK valvoo ydinvoimalaitosten ydinjätehuoltoa asiakirjatarkastuksin sekä käytön tarkastusohjel- man tarkastusten avulla.

STUK teki Loviisan laitoksella käytön tar- kastusohjelman mukaiset tarkastukset. Voima- laitosjätehuoltoa koskevassa tarkastuksessa aiheena olivat varasto- jäte- ja korjaamotilojen rakennus- ja uudelleenjärjestelyprojektin tilan- ne, nestemäisten jätteiden kiinteytyslaitoksen järjestelyt, jätekirjanpito, organisaatio ja ohjeet. Voimalaitosjätteiden loppusijoituslaitosta koske- vassa tarkastuksessa käsiteltiin loppusijoituslai- toksen betoni- ja kalliorakenteiden kunnossapito- menettelyt. Tarkastuksissa ei havaittu merkittäviä puutteita.

Voimalaitokselta vapautettiin valvonnasta vuonna 2007 STUKin hyväksynnällä aktiivisuus- rajat alittavaa huoltojätettä Kymenlaakson Jäte Oy:lle, sekä romumetallia.

Loviisan voimalaitoksen keski- ja vähäaktiivis- ten jätteiden (ns. voimalaitosjätteiden) käsittelys- sä, varastoinnissa tai loppusijoituksessa ei ilmen- nyt laitos- tai ympäristön turvallisuuden kannalta merkittäviä tapahtumia. Voimalaitosjätteiden tila- vuus ja aktiivisuus ydinvoimatehoon suhteutettu- na pysyivät edelleen pieninä verrattuna useimpiin muihin maihin. Tähän on vaikutettu ydinjäte- huollon ja ydinpolttoaineen korkeilla laatuvaati- muksilla, huolto- ja korjaustöiden suunnittelulla, dekontaminoinnilla, laite- ja prosessimuutoksilla sekä jätteiden monitoroinnilla ja lajittelulla, jol- loin osa jätteistä voidaan vapauttaa valvonnasta. Voimalaitoksella on käytössä tehokkaat menetel- mät loppusijoitettavan jätteen tilavuuden pienen- tämiseksi.

Loviisan laitoksen jätteidenkäsittelytilat ovat ahtaat ja epäkäytännölliset. Edellämäinnittu va- rastero-, jäte- ja korjaamotilojen rakennus- ja uudel- leenjärjestelyhanke parantaa jätteiden käsittelyn tiloja ja laitteita. Voimalaitosjätteiden huoltoa ke- hitetään ottamalla käyttöön keskitetyt tilat jät- teiden käsittelyä, aktiivisuusmäärittystä ja tila- päisvarastointia varten. Hankkeen rakennustyöt aloitettiin vuonna 2007 ja niiden on tarkoitus olla valmiina vuoden 2009 lopussa.

STUK tarkasti voimalaitosjätteiden loppusijoituslaitoksen laajennukseen liittyviä suunnitelmia. Laajennuksessa valmistuu kiinteytettyä jätettä vastaanottava tila.

### **Jättemäärät**

Voimalaitosjätteiden määrä vuoden 2007 lopussa oli 3060 m<sup>3</sup>. Määrä on kasvanut vuodesta 2006 kaikkiaan 70 m<sup>3</sup>. Jätteistä on loppusijoitettu n. 48 %.

Loviisan voimalaitoksella varastoidun käytetyn ydinpolttoaineen määrä vuoden 2007 lopussa oli 3565 nippua (429 tU) ja lisäys 204 nippua (26 tU). Loviisan laitoksen varastokapasiteettia lisätään ottamalla käyttöön tiheitä polttoainetelineitä. Ensimmäiset kaksi tiheää telinettä asennettiin helmikuussa 2007.

## **4.2 Olkiluodon ydinvoimalaitos-yksiköt 1 ja 2**

### **4.2.1 Olkiluodon ydinvoimalaitoksen yksiköiden 1 ja 2 turvallisuuden kokonaisarviointi**

#### **Olkiluodon ydinvoimalaitoksen turvallisuus säilyi hyvänä**

Radioaktiivisten aineiden päästöjä rajoittavien leviämisehtien tila on pysynyt hyvänä. Teollisuuden Voima Oy pyrkii ehkäisemään polttoainevuotoja estämällä tehokkaammin irto-osien pääsyn reaktoriin, mutta käyttöjaksolla 2006–2007 havaittiin irto-osan aiheuttama pieni polttoainevuoto Olkiluoto 2:lla. Reaktoripainesäiliön ja putkiston tarkastuksissa ei havaittu materiaalien heikkenemistä. Vuosittaisten kokeiden tulokset osoittavat suojarakennuksen ja eristysventtiilien tiiveyden pysyneen hyvänä.

Olkiluoto 2:lla tapahtui vuonna 2007 kolme reaktoripikasulkua häiriöiden seurauksena. Määrä on huomattavasti korkeampi kuin viime vuosina keskimäärin. Ydin- ja säteilyturvallisuutta uhkaavia tilanteita ei kuitenkaan ollut. Laitoksen käyttötoiminta on ollut suunnitelmallista ja turvallisuusteknisten käyttöehtojen sekä ohjeiden mukaista lukuunottamatta kahta tilannetta. Onnettomuuden ehkäisemiseksi ja vaikutusten lieventämiseksi suunniteltujen laitteiden ja järjestelmien kunto on pysynyt hyvänä. Määräaikaiskokeissa ja ennakkohuolloissa ei ole todettu viitteitä kunnan heikkenemisestä. Turvallisuusjärjestelmien laitevikojen

määrä on pysynyt pienenä. Olkiluoto 2:n reaktorin pikasulkujärjestelmässä havaittiin käyttöhäiriön yhteydessä vika.

Ikääntymisen hallitsemiseksi on Olkiluodon laitoksilla käytössä ohjelma, jolla ohjataan kaikkia laitoksen kunnossapito- ja muutostöitä siten, että laitosta pystytään käyttämään turvallisesti koko sen käyttöiän. Laitoksen turvallisuutta uhkaavia ikääntymisen vaikutuksia ei ole havaittu 2007 tarkastuksissa. Myöskään kunnossapitoon liittyvissä turvallisuuden tunnusluvuissa uhkaavia tekijöitä ei näy. Olkiluodon ydinvoimalaitoksella ei tehty turvallisuuden kannalta merkittäviä muutoksia. Tehtyjen pienten parannusten ansiosta Olkiluodon voimalaitoksen turvallisuus on riskianalyysin mukaan hieman parantunut. Laitoksen käytettävyyden parantamiseksi tehtiin muutostöitä turbiinilaitoksella.

Laitoksen toiminnasta ei aiheutunut säteilyvaaraa työntekijöille, väestölle tai ympäristölle. Työntekijöiden saamat säteilyannokset ja radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön olivat pieniä ja alittivat selvästi niille asetetut rajat. Uusien höyrynkuivaajien asentaminen vuosina 2006 ja 2007 alentaa turbiinilaitoksen säteilytasot vuoden 1998 tasolle. Tämä pienentää myös turbiinipuolella työskentelevien henkilöiden säteilyannoksia. Valmiusjärjestelyt Olkiluodon voimalaitoksella täyttävät viranomaisvaatimukset. Valmiusjärjestelyjen toimivuutta testattiin marraskuun lopussa järjestetyssä valmiusharjoituksessa.

Teollisuuden Voima Oy on asettanut turvallisuustavoitteet korkealle. Laitoksella on meneillään useita toimenpiteitä turvallisuuskulttuurin kehittämiseksi. Vuonna 2007 voimayhtiössä toistettiin turvallisuuskulttuurin itsearviointi ja saadut tulokset olivat parantuneet vuoden 2004 arviointiin verrattuna. Vuonna 2007 voimalaitoksella oli useampia tapahtumia, joiden taustalla on tunnistettavissa puutteita laadunhallinnassa ja tiedon hallinnassa. Voimayhtiö tunnisti tapahtumien analysointiprosessinsa avulla mm. ohjeistuksiin liittyviä puutteita. Laitoksella on mm. todettu virheitä reaktorinvalvontajärjestelmän ohjelmassa, laitokselle on asennettu vääränlaisia sulakkeita ja ohjeissa sekä käyttömääräimissä on todettu puutteita. Laitoksen tietojärjestelmien ja asiakirjojen oikeellisuuteen on kiinnitettävä aiempaa enemmän huomiota.



Teollisuuden Voima Oy panostaa henkilöstönsä koulutukseen. Koulutuksen tarjonnan lisäksi voimayhtiön on huolehdittava, että henkilöstöllä on riittävästi aikaa koulutukseen ja kehittymiseen. Voimayhtiö on rekrytoinut uusia henkilöitä ja aloittanut henkilöstösuunnittelun, jossa se ottaa huomioon Olkiluoto 3:n tarpeet. Henkilöstöresurssien riittävyys on edelleen kiinnitettävä huomiota erityisesti reaktorifysiikan ja sähkö- ja automaatio- kunnossapidon alueilla.

## 4.2.2 Valvonta ja havainnot

### Lupa-lausunnot

Olkiluoto 1 ja 2 laitosyksiköillä on käyttö lupa vuoden 2018 loppuun saakka. Vuonna 2007 ei tehty yksiköitä koskevia lupalausuntoja. Teollisuuden Voima Oy:n on laadittava määräaikainen turvallisuusarvio laitosyksiköiden tilasta ja sen kehitymisestä vuoden 2008 loppuun mennessä. Vuonna 2007 STUK käynnisti keskustelut Teollisuuden Voima Oy:n kanssa määräaikaisen turvallisuuden arvioinnin sisällöstä ja laati arvioinnin tarkastusta koskevan projektisuunnitelman.

### Turvallisuusanalyysien arviointi

#### *Deterministiset turvallisuusanalyysit*

Vuoden 2007 aikana Olkiluodon ydinvoimalaitosyksiköillä ei toteutettu sellaisia laitosmuutoksia, jotka olisivat edellyttäneet häiriö- ja onnettomuusanalyysien uudistamista. Vuosittaisten vaihtolatausten yhteydessä luvanhaltija toimittaa STUKin hyväksyttäväksi eräitä keskeisiä laitosyksiköiden turvallisuuteen liittyviä analyyskejä. Näiden analyysien tarkoituksena on osoittaa, että reaktorin ominaisuudet eivät muutu polttoainetta vaihdettaessa niin, että turvallisuusmarginaalit kaventuivat olennaisesti. Vuoden 2007 vaihtolatauksen yhteydessä toimitetut analyysit varmistivat näin olevan.

Muita Olkiluodon laitosyksiköitä koskevia deterministisiä turvallisuusanalyyskejä ei toimitettu STUKin tarkastettavaksi vuoden 2007 aikana.

#### *Todennäköisyysperustaiset riskianalyysit*

Teollisuuden Voima Oy toteutti vuosina 2005–2007 huonetilojen jäähtymisriskiä koskevan parannusohjelman. Siinä arvioitiin ja pienennettiin Olkiluoto 1:llä ja Olkiluoto 2:lla riskejä, jotka aiheu-

tuisivat kovan pakkasen aikana tapahtuvasta laitosilojen lämmityksen menetyksestä. Alustavien arvioiden mukaan reaktorirakennuksessa sijaitsevien reaktoriveden pinnankorkeuden mittauksen impulssiputkien jäätymisellä oli oleellinen riskimerkitys. Näiden riskien vähentämiseksi tehtiin laitosmuutoksia. Voimayhtiö kartoitti laitostilat, joissa on lämmityksen menetykselle herkkiä, turvallisuudelle tärkeitä laitteita. Muita riskin kannalta erityisen merkittäviä kohteita ei tullut ilmi. Vuoden 2007 vuosihuolloissa kummallekin laitosyksikölle asennettiin n. 20 huonetilaan uudet lämpötilahälytykset. Valvomoon tulee hälytys, jos näiden huoneiden lämpötila laskee liian alas. Täsmennetyt riskianalyysit osoittivat, että mittalaitteiden jäähtymisen riskimerkitys on saatu hyvin pieneksi.

STUK tarkasti vuonna 2007 Teollisuuden Voima Oy:n laatiman Olkiluoto 1:n ja Olkiluoto 2:n vuosihuoltoseisokkien päivitetyn riskianalyysin. Seisokkien erityispiirteinä ovat reaktorin huoltotyöt, joiden yhteydessä tehdyt virheet voivat aiheuttaa vaaratilanteita. Esimerkiksi reaktoripainesäiliön pohjaan kiinnitettyjen pääkiertopumppujen huollon yhteydessä tehtyjen virheiden tuloksena saattaisi olla vaikeasti hallittava reaktorin pohjavuoto. Voimayhtiö on jo aikaisemmin tehnyt seisokin aikaisiin työkäytäntöihin useita parannuksia. Seisokkiriskianalyysin viimeisen päivityksen mukaan seisokkeihin liittyvä riski on edelleen pienentynyt mm. pääkiertopumppujen huoltokäytäntöjen uusien muutosten takia. Seisokkiriski on nykyisin vain n. 1,3 % laitoksen kokonaisriskistä.

### Laitosmuutosten valvonta

Olkiluodon voimalaitoksella tehtiin varsin vähän isoja muutostöitä vuonna 2007. Olkiluoto 2:n huoltoseisokissa muutostöiden lukumäärä oli n. 130 ja Olkiluoto 1:n polttoainevaihtoseisokissa n. 40. Suurimmat muutostyöt kuten matalapaineturbiinien väliottoputkien uusimiset sekä lauhdelinjien putkistojen uusimiset ja venttiilien vaihdot tehtiin Olkiluoto 2:n huoltoseisokissa.

Olkiluodon kummallakin laitosyksiköllä on aloitettu hanke, jossa kiinteät säteilymittausjärjestelmät uusitaan. Ensimmäiset uudistetut poistokaasujärjestelmän säteilymittauslaitteet otettiin käyttöön Olkiluoto 2:lla vuosihuollon 2007 jälkeen. Asennetut laitteet ovat toimineet moitteetta. Pääosin hanke toteutetaan vuosina 2008 ja 2009.

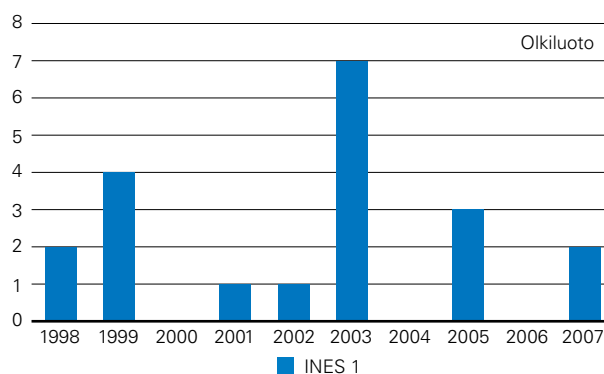
**Taulukko 4.** Olkiluodon laitosyksiköiden tapahtumat, joista voimayhtiö laati erikoisraportin. Taulukkoon on merkitty tapahtumat, joiden johdosta laitosyksikkö oli TTKE:n vastaisessa tilassa. Kaikkia raportoinnin piiriin kuuluneita tapahtumia käsitellään liitteessä 1 (tunnusluku A.II.1). Liitteessä 3 kuvataan yksityiskohtaisemmin tapahtumia, joista on laadittu erikoisraportti.

Tapahtuma	TTKE:n vastainen tila	Erikoisraportti	INES-luokka
Ohjelmointivirheen seurauksena tapahtunut dryout-rajojen alitus Olkiluoto 1:llä	•	•	0
Ulospuhallusjärjestelmän venttiilien koestus väärässä käyttötilassa	•	•	0
Reaktoripikasulku Olkiluoto 2:lla		•	1
Kelpoistamattomia sulakkeita Olkiluoto 1:n ja Olkiluoto 2:n sähköjärjestelmissä			1
Vääriä sulakkeita Olkiluoto 2:n sammutetun reaktorin välijäähdytysjärjestelmässä		•	0
Lukitsemattomat suojarakennuksen eristysventtiilit Olkiluoto 1:llä ja Olkiluoto 2:lla		•	0

## Laitosten toimintakuntoisuuden valvonta

### Turvallisuusteknisten käyttöehtojen noudattaminen

STUK valvoi Olkiluodon voimalaitoksen turvallisuusteknisten käyttöehtojen noudattamista seuraamalla käyttötoimintaa laitospaikalla. Valvottavia kohteita olivat erityisesti turvallisuusteknisten käyttöehtojen piiriin kuuluvien laitteiden koestukset ja vikojen korjaaminen. Vuosihuoltoseisokkien päätyttyä tarkastettiin, että laitosyksikkö oli käyttöehtojen mukaisessa tilassa ennen kuin laitosyksikön käynnistys aloitettiin.



**Kuva 9.** Olkiluodon laitoksen INES-luokitellut tapahtumat (INES-luokka vähintään 1).

### Käyttö ja käyttötapahtumat

Olkiluoto 1:n käyttö oli lähes häiriötöntä. Olkiluoto 2:lla puolestaan tapahtui useita häiriöitä, jotka johtivat edeltäviä vuosia suurempiin tuotannon menetyksiin.

Olkiluoto 1:n energiakäyttökerroin oli 97,5 % ja Olkiluoto 2:n 93,7 %. Vuosihuoltoseisokit alentavat kerrointa merkittävimmin: Olkiluoto 1:n seisokki kesti 8,5 vuorokautta ja Olkiluoto 2:n 17 vuorokautta. Laitteiden vikaantumisista aiheutuneet menetykset tuotetusta bruttoenergiasta olivat Olkiluoto 1:llä 0,04 % ja Olkiluoto 2:lla 1,3 %. Laitevioista aiheutuneita tuotannonmenetyksiä tarkastellaan pitemmältä ajanjaksolta liitteessä 1 (tunnusluku A.I.1g).

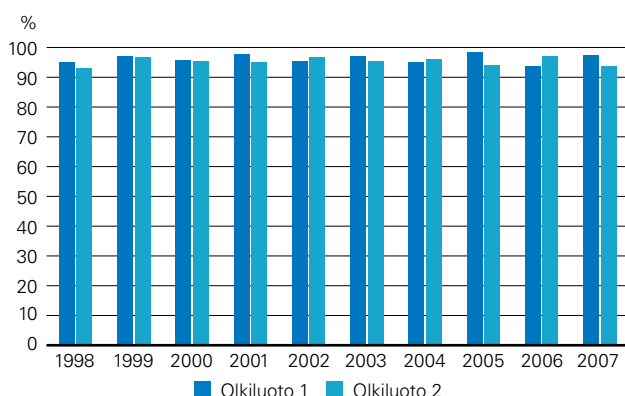
Olkiluoto 1:llä ei ollut merkittäviä tuotantokatkoksia eikä tehonmenetyksiä laitevikojen vuoksi. Syöttövesipumpun liukurengastiiviste vioittui laitossyksikön tehoajan aikana, ja tehoa laskettiin tiiviste-

vaihdon ajaksi 3.4.2007. Olkiluoto 1:n määräaikaiskokeessa 5.7.2007 räjähti painemittari ja purkautuva vety syttyi palamaan. Palokunta sammutti palon välittömästi eikä vakavia henkilövahinkoja ei sattunut.

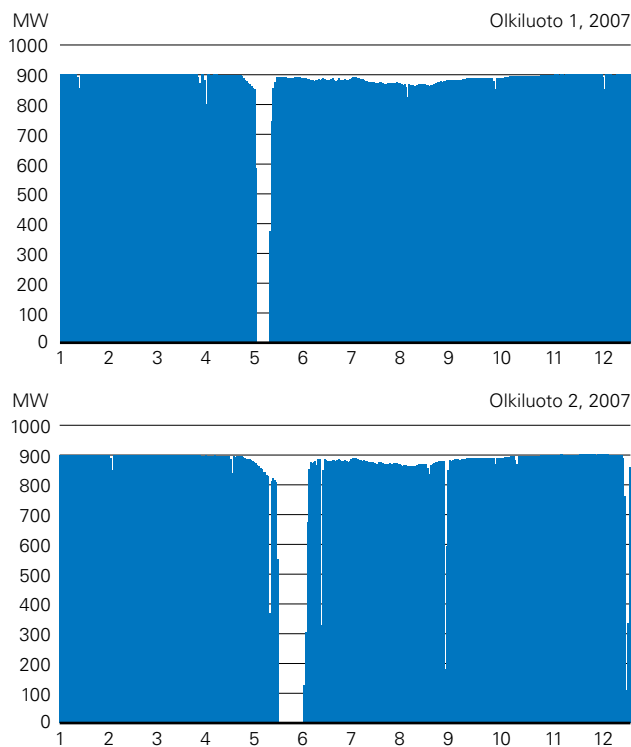
Olkiluoto 2:lla oli 7 laitevikoihin ja häiriöihin liittyvää tapahtumaa, joista aiheutui tuotantokatkoksia tai tehonmenetyksiä. Laitosyksiköllä tapahtui häiriöiden seurauksena 3 reaktoripikasulkua: 15.5.2007, 4.9.2007 ja 29.12.2007. Tehoa laskettiin kerran ulospuhallusjärjestelmän venttiilin vian selvittämiseksi ja kaksi kertaa matalapaineturbiinien värinöiden tutkimiseksi ja tasapainottamiseksi. Laitosyksikön käynnistäminen vuosihuollon jälkeen jouduttiin keskeyttämään, kun öljyvuodon seurauksena korkeapaineturbiinin eristeisiin jäänyt öljy syttyi palamaan. Tulipalon alku sammutettiin, öljy poistettiin ja palon aiheuttamat vauriot korjattiin.

Olkiluodon laitoksella oli vuoden 2007 aikana 2 tilannetta, joissa poikettiin epähuomiossa turvallisuusteknisistä käyttöehdoista. Lisäksi voimayhtiö haki lupaa 5:lle turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poikkeavalle tilanteelle. STUK hyväksyi kaikki hakemukset. Poikkeusluvista 4 koski laitosmuutosten tai perusparannusten tekemiseksi tarvittuja poikkeamia turvallisuusteknisistä käyttöehdoista ja 1 liittyi voimalaitosjäteluolassa meneillään olevaan kokeeseen (liite 1, tunnusluku A.I.2).

Teollisuuden Voima Oy on arvioimassa turvallisuusteknisiä käyttöehtojaan kokonaisuudessaan. Vuonna 2007 arvioitiin ehtoja ja rajoituksia koskeva



**Kuva 10.** Olkiluodon laitosyksiköiden energiakäyttökertoimet.



**Kuva 11.** Olkiluodon laitosyksiköiden keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho vuonna 2006.

osa sekä niiden perustelut. Turvallisuusteknisten käyttöehtojen arviointi ja kehitys on osa määräraikaista turvallisuusarviointia.

Voimayhtiö toimitti STUKiin hyväksyttäväksi 12 muutosehdotusta, jotka koskivat mm. laitteiden tarkastuksia, koestuksia ja kalibrointia. Muutoksia tehtiin myös laiteuusintojen vuoksi. STUK hyväksyi muutokset sellaisinaan tai edellyttäen lisätietojen, kuten päivitettyjen käyttöohjeiden, toimittamista jälkikäteen. 3 muutosehdotusta palautettiin kokonaan tai osittain uudelleen valmisteltavaksi. Yhtä muutosta ei hyväksytty, koska muutostyön toteutus siirtyi.

### Käyttö ja käyttötapahtumat

Olkiluodon voimalaitoksella työskentelee kaksi paikallistarkastajaa, joiden tehtävänä on Olkiluodon käyvien laitosyksiköiden käytön päivittäinen valvonta. Lisäksi käyttöä valvotaan tätä varten laaditun järjestelmällisen ohjelman mukaisesti. Uutena piirteenä STUKin käytöntarkastusohjelmaan lisättiin vuoden 2007 alusta neljännesvuosittain tehtävä käyttötoimintaan kohdentuva tarkastus. Voimayhtiön edustajat esittävät tarkastuksissa ydin- ja säteilyturvallisuuteen sekä käyttö- ja kunnossapitotoimintaan liittyvät merkittävät asiat. Tarkastusten pöytäkirjoista nousivat esille etenkin pikasulkujärjestelmän venttiileihin liittyvät vaatimukset. Voimayhtiö havaitsi venttiileissä tiivisteongelmia sekä yhden toimintahäiriön. STUK edellytti lisäselvitystä venttiilien typpivuodoista ja pyysi voimayhtiötä arvioimaan tulevaisuodissa 2008 tehtävien korjaavien toimenpiteiden aikataulua ja kriteerejä.

Laitevioista, ennakkohuolloista ja muista tapahtumista aiheutuneiden epäkäytettävyyksien vaikutus vuosittaiseen onnettomuusriskiin oli noin 6 % molemmilla laitosyksiköillä. Tämä johtui dieleiden ennakkohuoltopakettien pitkäkestoisuudesta ja turvallisuusjärjestelmien piilevistä laitevioista. Tavoitetason ylitykset eivät edellyttäneet erityisiä STUKin toimenpiteitä.

### Vuosihuoltoseisokit

STUK totesi valvontansa perusteella, että Teollisuuden Voima Oy:n suunnittelema ja toteuttama vuosihuolto tehtiin turvallisesti. Parantamistarpeita havaittiin muutostöiden suunnittelun aikatauluissa sekä toimintaohjeiden noudattamisessa. Ydinturvallisuuden kannalta tärkeisiin jär-



### **Olkiluoto 1:n vuosihuolto**

*Olkiluoto 1:llä oli lyhyt niin kutsuttu polttoaineenvaihtoseisokki 6.–15.5.2007. Vuosihuolto kesti 8,5 vuorokautta.*

*Kahdeksalle säätösauvatoimilaitteelle tehtiin tarkastukset, koska haluttiin selvittää vuosihuollon 2006 jälkeen esiin tulleita ongelmia toimilaitteiden momenttisuojausten laukaisussa. Havainnot tukivat oletusta, että momenttilaukaisujen syynä olisivat olleet pikasulkujärjestelmän veden mukana ajomutterin päälle kulkeutuneet epäpuhtaudet (ks. neljännesvuosiraportti 2/2006).*

### **Olkiluoto 2:n vuosihuolto**

*Olkiluoto 2:n huoltoseisokki oli 20.5.–6.6.2007. Seisokissa tehtiin myös muutostöitä. Lähes 17 vuorokautta kestänyt seisokki oli yli 1,5 vuorokautta suunniteltua pidempi. Viivästyksen syynä olivat turbiinirakennuksessa 2.6.2007 tapahtunut öljyvuoto ja vuotaneen öljyn puhdistustyöt. Laitosyksikön ylösajovaiheessa 7.6.2007 turbiinialissa havaittiin tulipalon alku ja laitosyksikkö jouduttiin ajamaan uudestaan kuumavalmiustilaan. Laitosyksikön alasajon yhteydessä lauke si reaktorin pikasulku, joka aiheutui häiriöistä reaktoriveden pinnankorkeuden mittauksessa. Seisokkia edeltäneellä käyttäjaksolla havaittiin pieni polttoaineivuoto (ks. neljännesvuosiraportti 3/2006). Vuotava nippu paikallistettiin ja poistettiin reaktorista.*

*Vuosihuollossa tehdyt muutostyöt olivat putkistojen uusimisia ja järjestelmien vanhenemisesta johtuvia modernisointeja. Kaksi matalapaine-turbiinia avattiin ja tarkastuksissa havaitut säröt korjattiin. Lauhdelinjojen putkistoja ja matalapaineväliottoputkia uusittiin. Sammutetun reaktorin jäähdytysjärjestelmän venttiili vaihdettiin uudentyyppiseen, generaattorin roottori vaihdettiin ja poistokaasujärjestelmän säteilymittausjärjestelmän laitteet uusittiin. Käyttäjaksen aikana korjattu, vuoden 2006 seisokissa vuoden käytön jälkeen poistettu höyrynkuivain asennettiin takaisin reaktoriin.*

*Molempien laitosyksiköiden merivesijärjestelmissä havaittiin runkopolyppia. Voimayhtiö etsii keinoja runkopolyppikasvuston torjuntaan, koska runsas kasvusto vaikeuttaa veden virtaamista.*

jestelmiin (mm. jälkilämmön poistoon) kohdistuvien suunniteltujen töiden muutosten hallintaan pitää kiinnittää huomiota. Muutosten vaikutukset on arvioitava kattavasti.

Olkiluodon laitosyksiköiden vuosihuoltoseisokkien laitospaikalla tapahtuneeseen valvontaan käytettiin normaalina työaikana 96 työpäivää. Lisäksi laitospaikalla työskenteli kaksi paikallistarkastajaa. Normaalin työajan ulkopuolella vuosihuoltojen valvonnassa tehtiin yhteensä 66 tarkastuspäivää.

### **Laitoksen ylläpito ja ikääntymisenhallinta**

Voimayhtiö raportoi vuosittain sähkö- ja automaatiolaitteiden vanhenemisesta. Raportti kuvaa oleellimmat seurattavat vanhenemisilmiöt, vanhenemiseen liittyvät havainnot ja käyttöä jatkamiseksi tarvittavat toimenpiteet. Havainnot liittyvät enimmäkseen komponenttien rakenneosien vanhenemiseen. Kyseessä on yleensä jo aiemmin todettuja ja seurannassa olevia vanhenemisilmiöitä kuten mm. sinkkipinnoitteen kuitukideilmiö, eräiden toimilaitteiden asennonosoittimien liukupintojen kuluminen, tietyn tyyppisten releiden kampamateriaalin vanheneminen ja laiteohjauslogiikoiden pienoisreleiden vanheneminen.

Vuoden aikana todettiin uusi automaation vanhenemisilmiö potentiometreissä, joita on tehoalueen neutronivuomittauksen detektorien jännitelähteissä. Sen vuoksi käynnistettiin korjaavat toimenpiteet osien alkuperäisen toimittajan kanssa.

Sähkö- ja automaatiojärjestelmien ja -laitteiden korjaus- ja huoltotöitä olivat mm. turvallisuusluokiteltujen akustojen ja venttiilitoimilaitteiden vaihdot. Molemmilla laitosyksiköillä korjattiin päähöyryputkien säteilyvalvontajärjestelmän häiriötaipumus ja uusittiin poistokaasujen säteilymittausjärjestelmä. Käynnissä olevassa tasasuuntaajien modernisointiprojektissa uusittiin vuonna 2007 molemmilla laitosyksiköillä yhteensä 11 tasasuuntaajaa.

STUK tarkasti turvallisuusluokiteltujen muutostöiden ennakkotarkastusaineistot ja uusien turvallisuudelle tärkeiden laitteiden soveltuvuusarviot. Vuoden aikana Teollisuuden Voima Oy:n tarkastuslaitos teki yli 60 sähkö- ja automaatiotekniikan käyttöönottotarkastusta turvallisuusluokitelluille kohteille. STUK tarkasti töiden ennakkotarkastusaineistot ja valvoi osaa käyttöönottotarkastuksista. Vuosihuoltojen aikana STUK valvoi sähkö- ja

### ***Painelaitteiden valmistajat ja tarkastus- ja testauslaitokset***

*Käyttövuoden aikana myönnettiin Olkiluodon laitosta (Olkiluoto 1, 2 ja 3 yksiköt) varten 25 painelaitteen valmistajan hyväksyntää. Ohjeen YVL 1.3 mukaisia testauslaitoshyväksyntöjä myönnettiin 53. Lisäksi neljä testauslaitosta hyväksyttiin tekemään YVL 3.8 mukaisia määräaikaistarkastuksia. Yksi valmistajan hyväksyntä ja neljä testauslaitoksen lupaa peruutettiin.*

automaatiojärjestelmien ja laitteiden määräaikaistarkastuksia ja -koestuksia sekä eräiden parannuskohteiden kuten reaktoriveden pinnankorkeuden mittauksen häiriöiden poistomahdollisuuksia selvittäviä toimenpiteitä.

Olkiluodon laitosyksiköiden vuosihuoltoseisokeissa ei tehty merkittäviä ikääntymisen hallintaan liittyviä havaintoja. Kummallakin laitosyksiköllä tehtiin reaktoripainesäiliölle ja päähöyry- ja syöttövesiputkistolle ohjeen YVL 3.8 mukaiset luvanhaltijan tehtäviin kuuluvat määräaikaistarkastukset. STUKin valvontaan kuului tarkastusohjelmien hyväksyminen ennen tarkastuksia, tarkastusten valvonta ja tulosten läpikäynti laitospaikalla. Lopullisesti tulosraportit hyväksytetään STUKissa vuosihuoltojen jälkeen. Luvanhaltijan tekemien sekundääripiirin putkistojen ns. kunnonvalvontatarkastusten tulokset STUK tarkasti laitospaikalla.

Olkiluoto 1:llä havaittiin yhden päähöyryjärjestelmän sisemmän eristysventtiilin, yhden ulospuhallusjärjestelmän varoventtiilin ja yhden pikasulkujärjestelmän sulkuventtiilin tiivistepinnoissa vikaindikaatioita. Viat hyväksyttiin jätettäväksi seurantaan ilman korjauksia. STUK edellytti, että voimayhtiö esittää suunnitelman päähöyryjärjestelmän venttiilin tiivistepinnan tarkastusvälin lyhentämiseksi ja perustelut valittavalle tarkastusjaksotukselle. Seisokin jälkeen voimayhtiö on käynnistänyt selvityksen venttiilin ja muiden vastaavien venttiilien (4 kpl/laitosyksikkö) uusimiseksi vuosina 2010–2011 molemmilla laitosyksiköillä. Muita merkittäviä töitä olivat päähöyryventtiilien tarkastukset ja niiden sisäosien vaihdot, ulospuhallusjärjestelmän varoventtiilien ja ohjausvent-

tiilien huollot ja tarkastukset sekä säätösauvatoimilaitteiden huollot.

Olkiluoto 2:lla vaihdettiin takaisin uusi Skodan valmistama reaktorin höyrynkuivain, josta ensimmäisen käyttöjakson (2005–2006) aikana syntyneet vauriot oli korjattu. STUK hyväksyi korjauksen ja paikalleen asennuksen. Sammutetun reaktorin jäähdytysjärjestelmän toinen eristysventtiili vaihdettiin uuteen. Vastaava työ toteutettiin Olkiluoto 1:llä edellisenä vuotena. Molemmilla laitosyksiköillä vaihdetaan vielä toiset vastaavat venttiilit vuosien 2008–2009 aikana. Myös Olkiluoto 2:lla todettiin yhden päähöyryjärjestelmän sisemmän eristysventtiilin ja yhden ulospuhallusjärjestelmän varoventtiilin tiivistepinnoissa indikaatioita, ja STUK hyväksyi ne jätettäväksi seurantaan. Päähöyryventtiileille, ulospuhallusjärjestelmän varo- ja ohjausventtiileille sekä säätösauvatoimilaitteille tehtiin huollot ja tarkastukset kuten Olkiluoto 1:llä.

STUKin tarkastusalueelle ei Olkiluoto 1:llä kuulunut varsinaisia painelaitteiden määräaikaistarkastuksia. Kuitenkin kaksi pikasulkujärjestelmän tyypitankkia tarkastettiin. Olkiluoto 2:lla STUKin tarkastusalueelle kuuluvia tarkastuksia oli kaikkiaan 19.

STUK teki vuoden aikana rakennetarkastuksia ja laitoksella toteutettujen korjaus- ja muutostöiden tarkastuksia yhteensä 249. Lisäksi tehtiin 4 käyttöönottotarkastusta.

## **Säteilyturvallisuus**

### ***Työntekijöiden säteilyturvallisuus***

STUK on hyväksynyt Teollisuuden Voima Oy:n toimittamien asiakirjojen perusteella Olkiluodon ydinvoimalaitoksen annosvalvontajärjestelmän käytön vuoteen 2011 asti. Hyväksyntä kattaa soveltuvien osin myös voimayhtiön ja henkilöannosmittauksia laitoksella tekevän Doseco-yhtiön välisen toimintasopimuksen.

Laitoksen työntekijöiden säteilyannosten mittaamiseen käytettävälle dosimetreille tehtiin vuosittainen testi, jonka tulokset olivat hyväksyttävät. Testissä STUKin mittanormaalilaboratoriossa säteilytetään otosdosimetrejä ja annosten määrittäminen voimalaitoksella.

STUK teki Olkiluodon laitoksella käytön tarkastusohjelman mukaisen säteilysuojelun tarkastuksen, ja sen aiheina olivat säteilysuojelujaoksen

resurssit, osaaminen ja työskentely. STUK edellytti, että Olkiluodon laitoksella kehitetään edelleen säteilysuojelukoulutusta ja huoltotöiden ennakkoharjoittelua.

STUK teki säteilysuojelun tarkastuksia kummankin yksikön vuosihuoltojen aikana. Laitoksessa oli kehitetty mm. säteilymittauksia valvonta-alueen rajalla. Tarkastuksissa kiinnitettiin huomiota myös suojavarusteiden käytön kattavuuteen ja poikkeamiin.

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen säteilysuojelujaoksen päällikkö vaihtui vuonna 2007. Jaos osallistuu eräiltä osin myös Olkiluoto 3:n säteilysuojelun toteuttamisen valmisteluun.

Osana turvallisuuden väliarviointia voimayhtiö tarkistaa vuosina 2008–2009 säteilysuojeluun liittyvät Olkiluoto 1:n ja Olkiluoto 2:n turvallisuusselosteen kuvaukset, sekä arvioi työntekijöiden säteilysuojelun toimenpiteitä ottaen huomioon Ruotsin vastaavilta ydinvoimalaitoksilta saatavat vertailutiedot.

### **Säteilyannokset**

Työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos Olkiluoto 1:llä oli 0,26 manSv ja Olkiluoto 2:lla 0,92 manSv. Olkiluoto 2:lla oli henkilö- ja työmäärältään laaja vuosihoitoseisokki. STUKin ohjeen mukaan kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo Olkiluodon yhdelle laitosyksikölle on kahden perättäisen vuoden keskiarvona 2,10 manSv. Raja-arvo ei ylittynyt kummallakaan laitosyksiköllä. Olkiluodon laitosten työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos alitti selvästi OECD-maiden kiehuvesireaktoreiden keskitason.

Suurin osa ydinvoimalaitostyöntekijöiden säteilyannoksista kertyy voimalaitoksen vuosihoillon aikana. Olkiluoto 1:n seisokin työntekijöiden yhteenlaskettu (kollektiivinen) säteilyannos oli 0,17 manSv ja Olkiluoto 2:lla työskennelleiden 0,86 manSv. Olkiluoto 1:n turbiinilaitoksen säteilytasot pienenevät, koska vuoden 2006 seisokissa uusittiin laitosyksikön höyrynkuivain. Höyryputkissa kulkevan höyryn kosteus ja kosteuden mukana kulkeutuvien radioaktiivisten aineiden pitoisuus on pienentynyt.

Olkiluodon ja Loviisan ydinvoimalaitoksilla työskennelleiden henkilöiden säteilyannosten jakauma vuonna 2007 on liitteessä 2.

### **Radioaktiivisten aineiden päästöt ja ympäristön säteilyvalvonta**

Ydinreaktorissa käytön aikana syntyneistä radioaktiivisista aineista pääosa on ydinpolttoaineesa ja reaktorin jäähdytysjärjestelmässä sekä siihen liittyvissä puhdistus- ja jätejärjestelmissä. Laitoksesta ulos laskettavat vesi- ja ilmapäästöt puhdistetaan ja viivästetään siten, että niiden säteilyvaikutus ympäristössä on hyvin pieni verrattuna luonnossa normaalisti olevien radioaktiivisten aineiden vaikutukseen. Päästöt mitataan huolellisesti ja varmistetaan, että ne selvästi alittavat asetetut raja-arvot. Päästöistä laskettu säteilyannos eniten altistuneella ympäristön asukkaalle on viime vuosina ollut alle yhden prosentin asetetusta raja-arvosta 0,1 millisievertiä.

Olkiluodon laitospaikan säämaston mittausantureita uusitaan, ja antureiden luovutustestausta seurattiin Vaisala Oy:ssä vuonna 2007. STUK edellytti, että laitos arvioi ilmaan vapautuvien päästöjen leviämisen varalta säämastojärjestelmän lisäksi laitospaikan ulkopuolisten lisämittausten ja niihin liittyvien ennustemallien kehittämistä vuosina 2007–2009.

Olkiluodon laitoksen ympäristön säteilyvalvonnan nykyinen toimintaohjelma on hyväksytty vuosiksi 2003–2007. Teollisuuden Voima Oy:n ja mittauksia toteuttavan riippumattoman laboratorion asiantuntijat esittivät kokemuksiaan ja vuoteen 2012 jatkuvan uuden jakson muutostarpeita. Ohjelma toimitetaan lopullisena hyväksyttäväksi vuoden 2008 alussa.

STUK tarkasti voimayhtiön toimittamat radioaktiivisia päästöjä ja ympäristövalvontaa koskevat neljännesvuosi- ja vuosiraportit. Todettuaan, että vähäinen ohivirtaus on ollut mahdollinen ilmaan vapautuvien päästöjen säteilymittauksen hiukkasuodattimissa, voimayhtiö korjasi havaitun vian ja raportoi STUKille korjatut tiedot.

Radioaktiivisten aineiden päästöt Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristöön olivat vuonna 2007 huomattavasti alle asetettujen päästörajojen. Radioaktiivisten jalokaasujen päästöt ilmaan olivat noin 0,1 TBq, mikä on noin 0,0006 % asetetusta rajasta. Jodipäästöt ilmaan olivat noin 15 MBq, mikä on noin 0,01 % asetetusta rajasta. Hiukkasmaisten aineiden päästö ilmaan oli noin 30 MBq, tritiumpäästö ilmaan noin 0,4 TBq ja hiili-14-päästö ilmaan noin 1,1 TBq.

**Taulukko 5.** Olkiluodon voimalaitoksesta peräisin olevat radioaktiiviset nuklidit, jotka havaittiin vuoden 2007 ympäristönäytteistä.

Näyte	Havaitut nuklidit (näytteiden lukumäärä)
Vesikasvi	Co-60 (11), Mn-54 (1)
Sedimentti	Co-60 (5)
Kala	Co-60 (1)
Simpukka	Co-60 (2)
Merivesi	H-3 (1)

Mereen päästettyjen vesien tritiumsisältö 2,4 TBq on noin 13 % vuosipäästörajasta. Muiden mereen päästettyjen nuklidien yhteenlaskettu aktiivisuus oli 0,6 GBq, mikä on noin 0,2 % laitospaikkakohtaisesta päästörajasta.

Päästöjen perusteella laskettu säteilyannos ympäristön eniten altistuneelle yksilölle oli noin 0,05 mikroSv eli alle 0,1 % asetetusta rajasta (Liite 1 tunnusluku A.I.5). Laitoksen ympäristössä maaperästä tuleva radioaktiivisten aineiden lähettämä säteily aiheuttaa samansuuruisen annoksen noin 15 minuutin mittaisen ulkoilun aikana.

Olkiluodon voimalaitoksen ympäristöstä kerättiin ja analysoitiin yhteensä 307 näytettä vuoden 2007 aikana. Ydinvoimalaitoksen ympäristössä toteutetaan monipuolista ja kattavaa, STUKin hyväksymää valvontaohjelmaa. Ohjelma on laaja ja näytteitä kerätään laitospaikan maa- ja meriympäristöstä sekä ilmasta yhteensä yli 300 näytettä vuosittain. Ulkoista taustasäteilyä ja ympäristön asukkaiden radioaktiivisuutta mitataan myös säännöllisesti. Osasta analysoiduista näytteistä on havaittu erittäin pieniä määriä radioaktiivisia aineita, jotka ovat peräisin ydinvoimalaitokselta. Havaituilla pitoisuuksilla ei ollut merkitystä säteilyaltistuksen kannalta.

### Valmiusjärjestelyt

STUK valvoo muun käyttötoiminnan valvonnan ohella ydinvoimalaitosten käyttöorganisaatioiden valmiutta toimia poikkeavissa tilanteissa. Tällaisia poikkeavia tilanteita ei ollut vuonna 2007 Olkiluodon voimalaitoksella.

Valmiusjärjestelyt Olkiluodon voimalaitoksella täyttävät keskeiset viranomaisvaatimukset, ja tämä on todettu kesäkuussa 2007 pidetyssä käyttötoiminnan tarkastuksessa. Siinä käytiin läpi mm. Olkiluodon voimalaitoksen valmiusorganisaation toimintaryhmien tehtäviä sekä Olkiluoto 3:n ja Onkalon työmaan toimintaohjeita

ja koulutusta henkilöstön evakuoimiseksi laitosalueelta Olkiluoto 1:n tai Olkiluoto 2:n mahdollisessa onnettomuustilanteessa. Yhteistyö luvanhaltijan ja viranomaisten kanssa on ollut tiivistä. Vuonna 2007 järjestettiin pelastusviranomaisille koko Satakunnan pelastustoimen alueella sekä Länsi-Suomen lääninhallituksen henkilöstölle koulutustilaisuuksia varautumisesta Olkiluodon ydinvoimalaitosonnettomuuteen.

Valmiusharjoituksissa testataan käytännössä valmiusorganisaation toimintaa, valmiusohjeiden toimivuutta sekä valmiustilojen käytettävyyttä ja kehitetään näitä osa-alueita harjoituksista saadun palautteen pohjalta. STUK arvioi luvanhaltijan valmiusjärjestelyjä myös harjoitusten aikana. Olkiluodon voimalaitoksen valmiusharjoitus pidettiin 28.11.2007.

### Organisaation toiminnan valvonta

#### Turvallisuusjohtaminen

Olkiluodon voimalaitoksella on vuonna 2007 kehitetty toimintaa vuonna 2006 saadun ydinvoimaa käyttävien organisaatioiden järjestön WANOn (World Association of Nuclear Operators) palautteen perusteella. Voimayhtiö on tiedostanut johtamisen ja esimiestyön merkityksen sekä palautteen että oman toimintansa analysoinnin perusteella ja panostaa lähivuosina merkittävästi johtamisen kehittämiseen. Syksyllä 2007 voimayhtiö toteutti toisen kerran turvallisuuskulttuurin itsearviointin IAEA:n mallia soveltaen. Vuoden 2007 aikana STUK hyväksyi Teollisuuden Voima Oy:n hakeemukset vastuullisen johtajan vaihdoksesta ja organisaatiomuutoksesta.

Tarkastusten ja organisaatiovalvonnan prosessin perusteella STUK voi todeta, että Teollisuuden Voima Oy panostaa esimiestyön kehittämiseen ja kiinnittää huomiota organisaation oppimiseen. Turvallisuusjohtamisessa on kuitenkin asetettava nykyistä selkeämpiä tavoitteita, seurattava niiden toteutumista ja näin varmistettava turvallisuusjohtamisen jatkuvaa kehittymistä.

#### Laadunhallintajärjestelmä

Teollisuuden Voima Oy on ylläpitänyt ja parantanut Olkiluodon voimalaitoksen laadunhallintajärjestelmää suunnitelmiensa mukaisesti. Vuonna 2007 Olkiluodon voimalaitoksella oli useita tapahtumia, joiden taustalla on tunnistettavissa puut-

teita laadunhallinnassa ja laadunvarmistuksessa. Voimayhtiö tunnisti tapahtumien analysointiprosessinsa avulla mm. ohjeistuksiin liittyviä puutteita. Voimayhtiö korvasi oman sisäisen laadunvarmistuksen toimivuuden ja kattavuuden arviointinsa tekemällä arvioinnin Wenran (Western European Nuclear Regulators' Association) laadunhallintaa koskevia vertailutasoja vasten ja WANOn tekemällä arvioinnilla vuonna 2006.

STUK valvoi Teollisuuden Voima Oy:n laadunvarmistusjärjestelmää ja sen toimivuutta asiakirjastuksin ja käytön tarkastusohjelman tarkastuksissa. Rakentamisprojektin mukaan ottaminen käyvien laitosten laadunhallintajärjestelmän piiriin sekä yhä lisääntyvät organisaatiomuutokset Olkiluoto 3:n johdosta, lisäävät lähiaikoina haastetta laadunhallintajärjestelmän ajan tasalla pitämiseen.

### **Henkilökunnan pätevyys ja koulutus**

Teollisuuden Voima Oy panostaa henkilökuntansa koulutukseen. Voimayhtiö on rekrytoinut uusia henkilöitä ja aloittanut henkilöstösuunnittelun, jossa se ottaa huomioon Olkiluoto 3:n tarpeet. Henkilöstön riittävyys on ollut haasteellinen erityisesti reaktorifysiikan ja sähkö- ja automaatiokunnossapidon alueilla. Voimayhtiö on kiinnittänyt huomiota hiljaisen tiedon siirtämiseen ja varaa tähän lähivuosina voimavaroja.

Vuoden 2007 aikana voimayhtiö rekrytoi 4 uutta ohjaajakoulutettavaa. STUK hyväksyi 11 uutta vuoropäällikköharjoittelijaa 2 vuoden lisenssillä kirjallisten kuulustelujen perusteella. Yksi henkilö suoritti suullisen tentin ja hänet hyväksyttiin uudeksi ohjaajaksi. Vuoden 2007 aikana uusittiin 19 henkilön ohjaajalisenssit hyväksytysti ja 1 ohjaajalisenssi raukesi.

Vuosihuollon aikana organisaatio on hyvin erilainen kuin muulloin. Teollisuuden Voima Oy on panostanut alihankkijoiden ja palveluntuottajien turvallisuuskoulutukseen ja oman työn turvallisuusmerkitysten ymmärtämiseen. Tähän on edelleen kiinnitettävä huomiota, koska koulutuksessa vieras työvoima ei pysty omaksumaankaikkia tärkeitä asioita lyhyessä ajassa.

STUK toteaa tarkastusten, lisenssi- ja koulutustilaisuuksien ja organisaatiohavaintojen perusteella, että Teollisuuden Voima Oy panostaa laajasti henkilökunnan koulutukseen ja kehittämiseen. Voimayhtiön on kuitenkin kiinnitettävä huomiota siihen,

että henkilöstöllä on työn ohessa riittävästi aikaa oman osaamisen kehittämiseen.

Teollisuuden Voima Oy:n on lähivuosina panostettava pitkän tähtäimen henkilöstösuunniteluun ja varauduttava johtamaan organisaatiossa tapahtuvat muutokset hallitusti ja turvallisesti. Sukupolven vaihdokseen on varauduttava mm. luomalla hyvät ja toimivat menettelyt tiedon siirtämiseen kokeneilta uusille henkilöille.

### **Käyttökokemustoiminta**

Olkiluodon voimalaitoksen erikoistilanteiden ja käyttöhäiriöiden määrässä ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia viime vuosina. Vuonna 2007 Olkiluodon voimalaitos raportoi neljästä erikoistilanteesta. Yhdestä tapahtumasta voimayhtiö laati myös erillisen perussyysanalyysin, mikä toi esiin puutteita YVL-ohjeiden muutosten hallinnassa, osaamisen varmistamisessa sekä turvallisuusluokiteltujen laitteiden vientiä laitokselle koskevissa menettelytavoissa. Erikoisraporteissa raportoidut tapahtumat ja niiden välittömät syyt ovat hyvin erilaisia, mutta niiden syntyyn vaikuttaneet tekijät ovat joiltakin osin samankaltaisia. Yhteiset tekijät liittyvät laitoksen tilan ja tiedon hallintaan, erityisesti muutosten yhteydessä. Voimayhtiö on aloittanut useita kehitystoimia, joiden tavoitteena on varmistaa, että laitokselle vietävät laitteet ovat suunnitelmien mukaisia ja että niiden tila sekä ohjeet vastaavat vaatimuksia.

Olkiluoto 2:lla oli 3 reaktoripikasulkua, jotka olivat ydinturvallisuusriskin kannalta merkittävimmät tapahtumat Olkiluodon voimalaitoksilla vuonna 2007. Pikasulkujen määrä oli myös tavanomaista suurempi. Pikasulkutapahtumien syyt olivat kuitenkin erilaisia ja ydin- ja säteilyturvallisuutta uhkaavia tilanteita ei syntynyt. Lisäksi muita käyttöhäiriöitä oli 3. Tapahtumilla ei ollut merkittävää vaikutusta ydinturvallisuuteen.

Myös sellaiset tapahtumat tai läheltä piti -tilanteet, joista ei laadita erikois- tai häiriöraporttia, edellyttävät laitoksen sisäistä käsittelyä ja raportointia. Näiden tapahtumien raportit toimitetaan STUKille tiedoksi, mikäli tapahtumalla on tai saat- ta olla merkitystä ydin- tai säteilyturvallisuuden tai STUKin tiedotustoiminnan kannalta. Vuonna 2007 Teollisuuden Voima Oy toimitti STUKille 3 tällaista muuta tapahtumaraporttia.

STUK valvoi käyttökokemustoimintaa tarkas- tamalla luvanhaltijan toimittamat tapahtumara-



### Käyttökokemustoiminta

*Teollisuuden Voima Oy:n ja Ruotsin ydinvoimalaitosten edustajien muodostama ERFATOM tekee muiden ydinvoimalaitosten käyttökokemusten keruun ja esiseulonnan WANO:n (World Association of Nuclear Operators), IRS-järjestelmän (Incident Reporting System) ja USA:n ydinturvallisuusviranomaisen NRC:n raporttien pohjalta. Teollisuuden Voima Oy:n käyttökokemusryhmä (KÄKRY) käsittelee sekä voimayhtiön omia että muiden laitosten tapahtumia seulomalla tapahtumia ja arvioimalla havaintoja ja niiden merkitystä eri tekniikan alojen kannalta. Ryhmä lähettää raportit edelleen tiedoksi, pyytää lausuntoja tai antaa suosituksia vastuutoimistoille edelleen käsiteltäväksi ja päätettäväksi mahdollisista jatkotoimenpiteistä. Vuonna 2007 käyttökokemusryhmä käsitteli 136 Olkiluodon laitosten omaa tapahtumaa, joista 21:stä ryhmä edellytti toimenpiteitä tapahtuman toistumisen estämiseksi. Tyypillisenä parantavana toimenpiteenä oli ohjemuutos, toimintatavan muutos, koulutus tai laitemuutos. Lisäksi ryhmä arvioi 200 raporttia muiden voimalaitosten merkittävistä tapahtumista. Lisäksi Teollisuuden Voima Oy saa tietoa muiden ydinvoimalaitosten tapahtumista suoraan sisarlaitoksilta (kuten Forsmark), laitostoimittajalta ja BWR-reaktoreiden omistajien yhteistyöryhmältä (BWR-NOG)*

portit ja vuosittaisen yhteenvedon käyttökokemustoiminnasta. Lisäksi käytön tarkastusohjelmaan kuuluu tarkastus, jossa käsitellään kansainvälistä käyttökokemustoimintaa.

Kansainvälisen käyttökokemustoiminnan tarkastuksessa todettiin, että voimayhtiöllä on toimintaa varten ohjeistettua menettelyä ja että toimintaa pyritään tehostamaan Olkiluodon voimalaitoksella oma-aloitteisesti. Kehittämiskohteeksi tunnistettiin IRS-raporttien kattavampi seulonta. Käyttötapahtumien seulonnassa ERFATOMilla on merkittävä rooli, mutta ERFATOMin seulontakriteerit eivät jatkossa välttämättä vastaa Olkiluoto 3:n tarpeita.

Olkiluodon laitoksella on järjestelmälliset ja ohjeistettut menettelyt omien tapahtumien kulun ja syiden selvittämiseksi, arvioimiseksi ja korjaavien toimenpiteiden käynnistämiseksi. Käyttö-

tapahtumissa ei ole viime vuosina esiintynyt merkittäviä toistuvia tapahtumia, mutta niiden taustalla on havaittavissa mm. muutostöiden hallintaan liittyviä yhteisiä piirteitä. Laitos on tunnistanut ja käynnistänyt oma-aloitteisesti toimenpiteitä käyttökokemustoiminnan menettelyjen parantamiseksi (OPEX-tietokanta). STUKin arvion mukaan kehitettävää on mm. korjaavien toimenpiteiden toteutumisen seuraamisessa sekä normaaleissa käyttö- ja kunnossapitotoiminnoissa havaittujen poikkeamien mieltämisessä ja hyödyntämisessä osana käyttökokemustoimintaa.

### Käytetty ydinpolttoaine ja voimalaitosjätteet

STUK valvoo ydinvoimalaitosten ydinjätehuoltoa asiakirjatarkastuksin sekä käytön tarkastusohjelman tarkastusten avulla.

STUK teki Olkiluodon laitoksella käytön tarkastusohjelman mukaiset tarkastukset. Voimalaitosjätehuoltoa koskevassa tarkastuksessa aiheena olivat reaktorihallin altaissa säilytettävien aktiivisten esineiden merkintä ja käsittely, kehityshankkeiden tilanne jätehuollossa, jätekirjanpito, organisaatio ja ohjeet. Voimalaitosjätteiden loppusijoituslaitosta koskevassa tarkastuksessa käsiteltiin loppusijoituslaitoksen betoni- ja kalliorakenteiden kunnossapitomenettelyt. Tarkastuksissa ei havaittu merkittäviä puutteita.

STUKin hyväksynnällä voimalaitokselta vapautettiin valvonnasta vuonna 2007 aktiivisuusrajat alittavaa huoltojätettä paikalliselle kaatopaikalle haudattavaksi, jäteöljyä Ekokem Oy:lle, kierrätysmetallia sekä eräitä esineitä uudelleenkäyttöön.

Olkiluodon voimalaitoksen keski- ja vähäaktiivisten jätteiden (ns. voimalaitosjätteiden) käsittelyssä, varastoinnissa tai loppusijoituksessa ei ilmennyt laitosten tai ympäristön turvallisuuden kannalta merkittäviä tapahtumia. Voimalaitosjätteiden tilavuus ja aktiivisuus ydinvoimatehoon suhteutettuna pysyivät edelleen pieninä verrattuna useimpiin muihin maihin. Tähän on vaikutettu ydinjätehuollon ja ydinpolttoaineen korkeilla laatuvaatimuksilla, huolto- ja korjaustöiden suunnittelulla, dekontaminoinnilla, laite- ja prosessimuutoksilla sekä jätteiden monitoroinnilla ja lajittelulla, jolloin osa jätteistä voidaan vapauttaa valvonnasta. Voimalaitoksilla on käytössä tehokkaat menetelmät loppusijoitettavan jätteen tilavuuden pienentämiseksi.

Jätteiden käsittelyssä ja jätejärjestelmissä on

tehty viime vuosina uudistuksia. Vuonna 2007 uudistettiin bitumointijärjestelmää Olkiluoto 1:llä.

### ***Voimalaitosjätteiden loppusijoituslaitoksen turvallisuusanalyysin päivitys***

Käyttöluvan ehtojen mukaisesti Teollisuuden Voima Oy päivitti Olkiluodon voimalaitosjätteiden loppusijoituslaitoksen (VLJ-luolan) turvallisuusanalyysin vuoden 2006 lopulla ottaen huomioon saadut kokemukset ja tehdyt tutkimukset loppusijoituslaitoksen tähänastisena käyttöaikana. Päivityksessä huomioitiin myös Olkiluoto 3 -yksikön voimalaitosjätteiden loppusijoitus VLJ-luolaan. STUK tarkasti päivitetyn turvallisuusanalyysin vuonna 2007 ja antoi lausuntonsa kauppa- ja teollisuusministeriölle vuoden lopulla. Tarkastustyössä STUK käytti apuna ulkopuolisia asiantuntijoita. Tarkastuksessa STUK ei havainnut puutteita, jotka edellyttäisivät välitöntä puuttumista loppusijoituksen toteutukseen.

### ***Jättemäärät***

Olkiluodon laitoksella varastoidun käytetyn ydinpolttoaineen määrä vuoden 2007 lopussa oli 6750 nippua (1196 tU, tonnia alkuperäistä uraania), lisäys vuonna 2007 oli 240 nippua (42 tU).

Olkiluodon voimalaitoksella voimalaitosjätteiden määrä vuoden 2007 lopussa oli 6124 m<sup>3</sup> ja lisäys 112 m<sup>3</sup>. Voimalaitosjätteistä on loppusijoitettu n. 78 %.

## **4.3 Olkiluoto 3:n rakentamisen valvonta**

### **4.3.1 Olkiluoto 3:n turvallisuuden kokonaisarviointi**

Uuden laitoshankkeen turvallisuuden kokonaisarvioinnissa tarkastellaan havaintoja, joita on tehty yksityiskohtaisten suunnitelmien tarkastuksen, valmistuksen ja rakentamisen valvonnan, rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman tulosten, laitostoimittajan ja sen aliurakoitsijoiden valvonnan sekä STUKin, Teollisuuden Voima Oy:n ja laitostoimittajan kanssakäymisen tuloksena saadun tiedon ja kokemuksen perusteella.

Yksityiskohtaisten suunnitelmien tarkastusten perusteella STUK voi todeta suunnittelun tarkentuneen jatkuvasti, mutta riittävän yksityiskohtaisen ja -käsitteisen suunnitteluaineiston toimittamisessa laitostoimittajalla ja voimayhtiöllä on ollut edelleen parannettavaa. STUK on edellyttänyt,

että sen havaitsemat suunnitteludokumentaation puutteet korjataan projektin edetessä. Tämä johtaa käytännössä suunnittelun muuttamiseen ja viivästymiseen etenkin niissä tapauksissa, joissa turvallisuusvaatimuksia ei ole huomioitu oikein. Suunnittelun ja rakentamisen samanaikainen eteneminen asettaa erityishaasteen projektin hallinnalle ja valvonnalle. Kun eräiden prosessi- ja automaatiojärjestelmien suunnittelu on edennyt rakennussuunnittelua ja rakentamista hitaammin, on joissakin tapauksissa jouduttu tekemään muutoksia valmiisiin rakenteisiin. Toistaiseksi havaitut muutokset on pystytty korjaamaan alkuperäiset laatuvaatimukset täyttäen. Muutosten hallinta tulee olemaan yksi STUKin valvonnan keskeisistä alueista vuonna 2008.

Valmistajat, laitostoimittajat ja voimayhtiö ovat valvoneet primääripiirin laitteiden valmistusta asianmukaisesti. Valmistuspuutteita tulee edelleen aika ajoin esiin, mutta havaitut poikkeamat on korjattu STUKille esitettyjen suunnitelmien mukaisesti siten, että alkuperäiset hyväksymiskriteerit täyttyvät. Muiden laitteiden valmistuksen ja rakentamisen valvonnan tuloksena voimayhtiö ja laitostoimittajat ovat todenneet puutteita omassa ja alihankkijoidensa toiminnassa. Toiminnallisia puutteita on käsitelty laitostoimittajan, voimayhtiön ja STUKin projektijohdon kokouksissa, rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman tarkastuksissa ja valmistuspaikoilla tehdyissä rakennetarkastuksissa. Valmistajiin ja toimittajiin kohdistettujen auditointien tulokset osoittivat kuitenkin edelleen, että osa toimijoista ei ole huomionnut ydinalan edellyttämiä laatuvaatimuksia toiminnassaan ja korjaaminen on edellyttänyt projektin ja tuotekohtaisten laatuvaatimusten asettamista. Tällaisia havaintoja oli aikaisempia vuosia vähemmän. Laitostoimittajan ja voimayhtiön on huomioitava saadut opetukset kokonaisvaltaisesti koko toimitusketjussa, jotta toiminta tehostuisi edelleen. STUK osallistui joihinkin voimayhtiön ja laitostoimittajan auditointeihin ja voi havaintojensa perusteella todeta, että auditointitoiminta on parantunut.

Rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman tuloksena STUK pystyi muodostamaan käsityksen Teollisuuden Voima Oy:n projektin johtamisesta, resursseista, turvallisuusasioiden käsittelystä ja laadunhallinnasta sekä päätoimintoja tukevista toiminnoista. Vuoden 2007 tarkastuksissa STUK



kiinnitti huomiota projektin tuleviin vaiheisiin kuten asennuksiin ja laitoksen käyttöönottoon, ja arvioi voimayhtiön valmiuksia tarpeisiin verrattuna. STUK vaati tarkastusten perusteella, että voimayhtiö varmistuu hyvissä ajoin laitostoimittajan asennus- ja käyttöönotto toiminnan menettelyistä. STUK edellytti voimayhtiön projektin johtamiselta, että turvallisuusasioita seurataan aiempaa järjestelmällisemmin, että päätöksenteossa huomioidaan turvallisuusasioiden ja projektivaiheiden kytkennät ja että päätösten teko ja seuranta ovat jäljitettäviä. STUK kiinnitti huomiota projektin johdon toimintaan tuote- ja toimintapoikkeamien käsittelyssä ja odottaa projektijohdolta poikkeamien systemaattisempaa käsittelyä, jotta laitoksen vaatimustenmukaisuudesta varmistutaan. Voimayhtiö on esittänyt toiminnoissa todetuille kehityskohteille toimenpidesuunnitelmat, ja STUK seuraa niiden toteutumista projektin aikana. Johtopäätöksenä voidaan kuitenkin todeta voimayhtiön pyrkimys tehokkaampaan projektinhallintaan. Esimerkkeinä tästä ovat projektin henkilöstön systemaattinen koulutustoiminta ja resurssien lisääminen laitostoimittajan toiminnan, suunnittelun arvioinnin, rakentamisen sekä valmistuksen valvontaan.

Laitostoimittajan arviointi STUKissa perustuu toiminnan arviointiin työmaan ja laitteiden valmistuspaikkojen valvonnan yhteydessä, laitostoimittajan laatimien asiakirjojen tarkastuksiin, laitostoimittajan laadunhallintajärjestelmän ja -suunnitelmien tarkastukseen, projektin käsikirjojen tarkastukseen sekä toiminnan tarkastuksiin ja kanssakäymiseen laitostoimittajan kanssa kokouksissa. Haasteita laitostoimittajalle asettavat projektiaikataulun ja suunnittelun sekä rakentamisen yhteensovittaminen. STUKin kokemusten perusteella laitostoimittaja on kuitenkin valmis korjaamaan havaitut suunnittelu- ja laatu puutteet alkuperäisten laatuvaatimusten mukaisiksi. STUK odottaa alihankkijoiden ja rakentamisprojektin hallinnan edelleen parantuvan mm. teräsvuorauksen valmistukseen liittyvien tarkastushavaintojen seurauksena.

STUK voi valvonnan tulosten perusteella todeta, että suunnittelumuutoksista sekä rakentamisessa ja valmistuksessa esiin tulleista puutteista huolimatta laitoksen alkuperäiset turvallisuus- ja laatu tavoitteet voidaan saavuttaa. Laitostoimittaja on toistaiseksi pystynyt huomioimaan suunnittelu-

muutokset rakentamisessa ja valmistuksessa esiin nousseet puutteet on korjattu siten, että alkuperäiset laatuvaatimukset täyttyvät. Puutteet eri osapuolien toiminnassa ja laadussa ovat aiheuttaneet ylimääräisiä viiveitä projektin toteutuksessa sekä voimavarojen käyttöä ongelmien käsittelyyn. STUK jatkaa projektin valvontaa nykyisten suuntaviivojen mukaisesti. Vuoden 2007 valvonnan tulosten perusteella STUK on päättänyt ottaa vuonna 2008 valvonnan keskeisiksi alueiksi projektin eri osapuolien laadunhallinnan ja suunnittelu- sekä työmaamuutokset. Haasteena valvonnessa ovat enenevässä määrin projektiaikataulun ja suunnittelun sekä samanaikaisen rakentamisen ja vuoden 2008 aikana käynnistyvän laiteasennuksen liityntäpinnat.

#### 4.3.2 Valvonta ja havainnot

Vuoden 2007 aikana STUK tarkasti Olkiluoto 3:n yksityiskohtaista suunnittelua, valvoi laitteiden valmistusta valmistuspaikoilla ja laitoksen rakentamista Olkiluodossa.

#### Suunnitteluaineistojen tarkastus

##### *Laitoksen periaatesuunnittelu*

Voimayhtiö toimitti Olkiluoto 3:n periaatesuunnittelun aineistoista STUKin tarkastettavaksi mm. yleiset suunnittelutavoitteet sisäisten ja ulkoisten uhkien varalle. Aineistoissa esiteltiin erotteluperiaatteet, joilla sisäisten uhkien, kuten tulvan ja tulipalon, seurausvaikutuksia minimoidaan turvallisuusjärjestelmän eri osajärjestelmien (divisioonien) välillä. Lisäksi kuvattiin suojarakennuksen ulkopuolisen vuodonvalvonnan konsepti. Aineistojen tarkastuksessa nousi esiin seikkoja, joita voimayhtiön ja laitostoimittajan on selvitettävä esitettyä tarkemmin.

STUKin tarkastettavaksi toimitettiin päivitetty suunnitelma sähkö- ja automaatiokaapeloinnin erottelu- ja sijoitusperiaatteista. Suunnitelmassa esiteltiin mm. muutettuja ratkaisuja siihen, kuinka eri osajärjestelmien kaapelointeja erotellaan. Muutokset parantavat laitoksen paloturvallisuutta. Vuoden 2007 aikana STUK tarkasti sähköjärjestelmien sähkötekniistä mitoittamista koskevia aineistoja ja esitti niihin kommentteja, jotka liittyivät laitoksen sähköjärjestelmien käyttäytymisen selvittämiseen oletettavissa olevien sähköisten häiriöiden aikana.

STUK tarkasti vuonna 2007 sähkö- ja automaatiojärjestelmien laitteiden sähkömagneettisen yhteensopivuuden (EMC, ElectroMagnetic Compatibility) osoittamiseksi laaditun lisätästäussuunnitelman Testauksella pyritään osoittamaan, etteivät laitoksella käytettävät kannettavat DECT-puhelimet häiritse turvallisuuden kannalta merkittäviä sähkö- ja automaatiolaitteita. STUK edellytti, että viranomaisradioverkko Virven puhelimia on voitava käyttää laitoksen sisätiloissa.

### **Transientti- ja onnettomuusanalyysit**

Teollisuuden Voima Oy toimitti STUKin tarkastettavaksi laitoksen käyttäytymistä koskevia onnettomuus- ja transienttianalyysijä, jotka liittyvät suuren pääkiertoputken katkoon ja höyrygeneraattorin lämmönvaihtimen putkirikkoihin. Näiden analyysien tarkastus jatkuu vuonna 2008. STUKin alustavassa tarkastuksessa ei noussut esiin merkittäviä laitosuunnitteluun vaikuttavia havaintoja. Tarkastuksen tueksi STUK tilasi VTT:ltä onnettomuuksia koskevat riippumattomat arvioinnit. VTT kehitti edelleen STUKin toimeksiannosta malleja, joita tarvitaan laitoksen käyttäytymisen analysoimiseen. Vuonna 2007 malleja kehitettiin vastaamaan laitoksen yksityiskohtaista suunnittelua. Mallien kehittämisellä STUK valmistautuu käyttöluopvaiheen analyysien tarkastukseen.

### **Todennäköisyysperustaiset riskianalyysit**

STUK arvioi vuonna 2007, miten luotettavuuteen vaikuttavat periaatteet toteutuvat järjestelmien ja rakenteiden yksityiskohtaisissa suunnitteluaineistoissa. Tavoitteena oli varmistaa, että erityisesti aluetapahtumia (esim. sisäiset tulipalot ja tulvat) ja ulkoisia tapahtumia vastaan on varauduttu riittävän luotettavasti. Tämän takia arvioitiin erityisesti järjestelmien välisiä riippuvuuksia ja yhteisvikamahdollisuuksia. Automaatiojärjestelmien suunnittelun tarkastuksessa painopiste oli erilaisuusperiaatteen riittävässä käytössä yhteisvikautumista vastaan.

STUKille toimitettiin tiedoksi PRA-mallin kolmas päivitys. PRA:n sovellutuksista STUK tarkasti riskitietoisien määräaikaistestausohjelman menetelmäkuvausten päivityksen. Lisäksi STUKin tarkastuksen alla ovat putkistojen riskitietoisien määräaikaistarkastusohjelman menetelmäkuvaus, turvallisuusluokan 2 putkistojen riskitietoinen perustarkastusohjelma, tulvariskianalyysin menetel-

mäkuvaus sekä menetelmäkuvaus PRA:n käytöstä turvallisuusteknisten käyttöehtojen laadinnassa.

### **Palo- ja tulva-analyysit**

STUK tarkasti Olkiluoto 3:n rakennusten ja tilojen deterministisiä palo- ja tulva-analyysijä. Laitoksella käytettävien uudentyyppisten paloa hidastavien FRNC-kaapeleiden (Fire Retardant Non Corrosive) palo-ominaisuuksista teetettiin VTT:llä tutkimuksia, joilla selvitettiin kaapeleiden ominaisuuksia. Tähän liittyen STUK tilasi VTT:ltä analyysin suuren kaapelitilan palosta. Analyysitulosten mukaan laitoksen rakenteellinen palontorjunta on riittävää. Tulva-analyysien tarkastus on vielä eräiltä osin kesken. Niiden perusteella voidaan kuitenkin arvioida, että suunnittelussa on varauduttu riittävästi laitoksen sisäpuolisiin vuototilanteisiin.

### **Rakennuksia koskevat analyysit**

STUK tarkasti lentokonetörmäyksiin liittyviä analyysijä, joilla osoitetaan, että törmäyksistä ei aiheudu kohtalokkaita värähtelyjä rakennusten laitteille ja rakenteille. Tarkastetut analyysit koskivat reaktori-, polttoaine- ja turvallisuusrakennuksia. STUKissa tarkastettiin myös lentokonetörmäyksiä ja muita keskeisiä rakenteita koskevia lujuus- ja jännitysanalyysijä.

### **Säteilyturvallisuus**

Voimayhtiö toimitti STUKille tarkastettavaksi säteilymittausjärjestelmien päivitetty vaatimusmäärittelyt ja laatusuunnitelman. Aineistojen tarkastus jatkuu vuonna 2008. STUK tarkasti, miten reaktorirakennuksen, polttoaine- ja turvallisuusrakennusten rakenteiden säteilysuojausvaatimukset täyttyvät. Polttoainealtaiden säteilysuojausta parannettiin lisäämällä altaita ympäröivään betoniin teräsvuoraus.

STUKin VTT:ltä tilaama riippumaton vertailuanalyysi radioaktiivisten aineiden päästöistä Olkiluoto 3:n vakavien onnettomuuksien yhteydessä valmistui. STUK käytti analyysiä hyväksi tarkastaessaan voimayhtiön toimittamia vastavia analyysijä. STUK tarkasti myös voimayhtiön toimittaman Olkiluoto 3:n onnettomuusolosuhteiden säteilysuojelua käsittelevän raportin ja esitti sitä koskevia huomautuksia.

STUK tarkasti järjestelmien säteilyturvallisuutta koskevat vaatimukset kuten säteilysuojauksen, laitteiden etäisyydet toisistaan, luoksepääs-

tävyiden ja dekontaminoinnin. Tämä tarkastus oli osa prosessijärjestelmien ennakkotarkastusta.

### Järjestelmäsuunnittelu

STUK jatkoi prosessijärjestelmien yksityiskohtaisen suunnittelun tarkastusta vuonna 2007, ja ydinturvallisuuden kannalta merkittävimpien järjestelmien prosessisuunnittelu saatiin hyväksyttyä. Järjestelmäsuunnittelun ohella STUK tarkasti järjestelmien putkistosuunnitteluun liittyvät kuormitusmäärittelyt. Nämä toimivat lähtötietoina putkistojen yksityiskohtaiselle suunnittelulle. Prosessijärjestelmien automaatio- ja sähkösuunnittelun tarkastus jatkuu vuonna 2008.

STUK tarkasti sille toimitetut reaktorilaitoksen ja turbiinilaitoksen päivitettyt sähkönsyöttöjärjestelmien suunnitelmat. Suurin osa STUKin kommenttien perusteella päivitettävistä suunnitelmista toimitetaan vuonna 2008. STUK jatkoi prosessisuunnittelussa noudatettavien taajuus- ja jänniterajojen tarkastusta. Tarkastuksessa ei todettu merkittäviä puutteita. Lisäksi jatkettiin ohjelmoitavien sähkölaitteiden vika-analyysien tarkastusta STUKille toimitetun laitteiden erilaisuutta perustelevan selvityksen perusteella.

Voimayhtiö toimitti pääautomaatiojärjestelmien tekniset ja toiminnalliset vaatimusmäärittelyt, laatusuunnitelmat sekä järjestelmäkuvaukset STUKin tarkastettavaksi. Tarkastuksessa todettiin, että osa aineistoista on liian yleisellä tasolla ja STUK edellytti niihin tarkennuksia. STUK tarkasti pääautomaatiojärjestelmien sähköisen erottelun suunnitteluvaatimukset ja edellytti suojausautomaation sähköistä erottamista muista automaatiojärjestelmistä. STUK arvioi ohjelmistosuunnittelua ja automaatiojärjestelmien suunnittelun elinkaarta ja testauksen kattavuutta. Automaatiojärjestelmien testausmenettelyyn STUK edellytti testien laajennusta siten, että varmistetaan automaatiojärjestelmien toiminnasta kokonaisuutena yksittäisten automaatiojärjestelmien toiminnan sijaan. Pääautomaatiojärjestelmien tarkastuksen lisäksi STUK tarkasti erillisautomaatiota kuten polttoaineen käsittelyjärjestelmien automaatiota.

### Laitteiden ja rakenteiden suunnittelu

Vuonna 2007 laitteiden yksityiskohtaisen suunnittelun tarkastuksissa paino oli pääkomponenttien (reaktoripainesäiliö ja höyrystimet sisäosineen,

paineistin, pääkiertopumput, pääkiertoputkisto ja säätösauvakoneistot) valmistussuunnitelmissa. Muiden mekaanisten laitteiden rakennesuunnitelmien tarkastustyö jatkui STUKissa ja STUKin hyväksymissä tarkastuslaitoksissa. STUK tarkasti mm. hätäjähdytysjärjestelmien pumppujen, polttoaineen käsittelylaitteiden, latauskoneen ja reaktorin suojarakennuksen polarnosturin sekä tärkeimpien venttiilien suunnitelmia. Myös laitoksen putkistosuunnittelun tarkastus käynnistyi. STUK tarkasti tärkeimpien putkistojen materiaali- ja valmistusaineistot sekä putkistojen isometrikuvat. Putkistojen suunnitteluaineistojen suuren määrän vuoksi STUK käytti tarkastuksensa tukena konsultteja. Tarkastuksessa ei noussut esiin merkittäviä suunnittelupuutteita.

STUK käsitteli vuoden 2007 aikana turvallisuusluokiteltuihin sähköjärjestelmiin liittyvien laitteiden määrittelyitä, jotka toimivat perustana laitteiden hankinnalle ja valmistamiselle. STUK esitti suunnitelmiin vaatimuksia, jotka liittyivät lähinnä laitteiden sähköisten häiriöiden sietokykyyn. STUK tarkasti prosessipumppujen moottoreiden rakennesuunnitelmia. Rakennesuunnitelmien sisältöön STUKilla oli huomautuksia liittyen mm. moottoreiden ympäristöolosuhteisiin ja valmistuksen aikaiseen valvontaan ja testeihin. Lisäksi tarkastettiin ulkoisen sähköverkon menetystilanteissa sähkön syöttöön tarkoitettujen dieselien moottoreiden ja generaattoreiden rakennesuunnitelmia. Tarkastus jatkuu vuonna 2008.

STUKin tarkastettavaksi ei vuonna 2007 toimitettu automaatiolaitteiden laitetaso-aineistoja.

Polttoaineen luvitusaineiston käsittelyä jatkettiin polttoaineen valmistusaineistojen tarkastuksella.

### Ikääntymisen hallinta

Pääkomponenttien ja muiden turvallisuuden kannalta merkittävien mekaanisten laitteiden ikääntymisen hallinnan lähtökohtana on laitteiden rakennemateriaalien valinta ja valmistusteknologian korkea taso. STUK on kiinnittänyt asiaan huomiota pääkomponenttien rakennesuunnitelmien ja valmistuksen valvonnan yhteydessä. Laitoksen käytön aikana laitteiden ikääntymistä valvotaan määräraikaistarkastuksin. STUK hyväksyi voimayhtiön toimittaman ohjeen YVL 3.8 mukaisen määräraikaistarkastusten yhteenvedon-ohjelman. Ohjeen YVL 3.8 mukaisesti Olkiluoto 3 mekaanis-

ten komponenttien käyttöönottoon liittyvät määraaikaistarkastusten perustarkastukset on tehtävä pätevoitetuin menetelmin. Laitostoimittaja ja Teollisuuden Voima Oy ovat käynnistäneet tarkastusmenetelmien pätevoinnin, ja STUK on tarkastanut pätevoientien lähtötietoaineistoja.

Alustavan turvallisuusselosteen tarkastuksen yhteydessä STUK edellytti, että sähkö- ja automaatiojärjestelmille ja -laitteille on laadittava alustava vanhenemisen seurantaohjelma laitossykön rakentamisen aikana. Laitehankinnat ovat vielä menossa, eikä ohjelmaa ole vielä toimitettu STUKiin.

### **Laitteiden kelpoistus ja soveltuvuuden osoittaminen**

Voimayhtiö toimitti STUKille päivitettyt selvitykset mekaanisten, sähköisten ja automaatiolaitteiden onnettomuusolosuhteisiin kelpoistamisesta. STUK käsitteli selvitykset ja hyväksyi olennaisilta osiltaan esitetyt onnettomuuksien paine- ja lämpötilaolosuhteet käytettäväksi laitteiden kelpoistuksessa. STUK edellytti voimayhtiöltä lisäselvityksiä mm. onnettomuuksien aikaisista säteilyolosuhteista tietyissä rakennuksissa ja vakavien onnettomuuksien olosuhteista. Voimayhtiö toimitti STUKille tarkennettuja selvityksiä vuoden 2007 loppupuolella. Näiden käsittely jatkuu vuonna 2008.

### **Suunnittelumuutoksia**

STUKille toimitettiin aineisto höyrygeneraattorin lämmönvaihtimen putkirikko-onnettomuuksien hoitamisesta. Onnettomuuden hallinnan muutos tähtää mahdolliseen reaktoripiirin veden laimentamisen estämiseen ja reaktorin kriittisyysturvallisuuden varmistamiseen sekä päästöjen minimointiin. Muutoksiin liittyvien aineistojen käsittely jatkuu STUKissa vuonna 2008.

Laitostoimittaja esitti muutoksia sähkönsyöttöjärjestelmiin. Muutokset koskivat keskeytymättömän sähkönsyötön varmentamista niin, että sähköä voidaan syöttää kuluttajille muuttajasyötön lisäksi myös toista reittiä. Muutoksien taustalla on Forsmarkissa vuonna 2006 tapahtunut sähköhäiriö.

STUK edellytti automaatiojärjestelmien välille sähköistä erottelua, jotta mahdolliset sähköhäiriöt alemman turvallisuusluokan järjestelmissä eivät häiritse korkeamman turvallisuusluokan järjes-

telmiä. Voimayhtiö ja laitostoimittaja toimittivat STUKille esityksen suojausautomaation erottamisesta muista järjestelmistä. Aineiston käsittely jatkuu vuonna 2008.

Voimayhtiö toimitti STUKille periaatekuvauksen huonetilakohtaisen vuodonvalvonnan asentamisesta turvallisuuden kannalta merkittäviin huonetiloihin. Muutoksella pyritään nopeuttamaan mahdollisten vuotojen havaitsemista ja vuotoreittien tunnistamista sekä vuodon lopettamista päästöjen minimoimiseksi. Aineiston käsittely jatkuu vuonna 2008.

STUK keskusteli voimayhtiön ja laitostoimittajan kanssa polttoaineen latauksen aikaisen kriittisyysturvallisuuden varmistamisesta. Laitoksen suunnittelussa on lähdetty siitä, että kriittisyysturvallisuuden kannalta olennaiset latausvirheet voidaan sulkea pois hallinnollisin menettelyin. STUK edellytti hallinnollisten menettelyiden lisäksi rakenteellista turvallisuutta. Asian käsittely jatkuu vuonna 2008.

### **Valmistuksen ja rakentamisen valvonta**

Laitevalmistuksen valvonta kohdistui pääkomponenttien tarkastuksiin. STUKin tarkastajat valvoivat reaktoripainesäiliön valmistusta Japanissa Mitsubishi Heavy Industries tehtaalla ja höyrystymien valmistusta Ranskassa laitostoimittajan tehtaalla St. Marcelissa säännöllisin kuukausikäynnein. Käyntien yhteydessä valvottiin muidenkin laitteiden, kuten paineistimen ja pääkiertolinjojen valmistusta. Pääkiertopumppujen ja säätösauvakoneistojen valmistusta valvottiin säännöllisin käynnein laitostoimittajan tehtaalla Jeumontissa Ranskassa. Tsekin tasavallassa Skodan Pelzenin tehtaalla valvottiin reaktoripainesäiliön sisäosien valmistusta ja Puolassa Energomontaz Polnoc Gdyniassa suojarakennuksen tiiveyden varmistavan terässuojakuoren valmistusta. STUK haluaa valvonnallaan varmistua valmistajien, laitostoitittajan ja voimayhtiön toiminnasta sekä tuotteiden vaatimustenmukaisuudesta.

Valmistuksen valvonnan erityiskohteena olivat uudelleenvalmistettavat pääkiertoputket. Loppuvuodesta Teollisuuden Voima Oy ja laitostoimittaja esittelivät STUKille alustavia tuloksia putkien ominaisuuksista. Tulosten perusteella putkimateriaalin raekokoa oli saatu yhtenäisemmäksi ja putket saatiin tarkastettua ultraääniteknikalla. STUK kävi myös itse konsulttinsa kanssa

arvioimassa putkien tarkastettavuutta. Tulokset olivat yhdenmukaisia laitostoimittajan tulosten kanssa. Putkien tarkastettavuuteen liittyvien selvitysten käsittely jatkuu vuonna 2008.

Rakentamisen valvonta kohdistui turvallisuusluokan 2 teräs- ja betonirakenteiden valmistukseen ja asennukseen. STUK tarkasti turvallisuusluokan 2 betonirakenteiden betonoinnin aloitusvalmiuden ja antoi betonoinnin aloitusluvut. Betonoinnit onnistuivat hyvin. Työmaalla käynnistyivät myös turvallisuuden kannalta merkittävät asennustyöt. Esimerkiksi sisemmän suojarakennuksen pintaan asennettavan teräsvuorauksen osia hitsattiin paikalleen kesällä 2007. Suojarakennuksessa asennettiin ensimmäiset tankit ja putkistot. STUK tarkasti myös betonivaluihin tulevat osat kuten teräsrakenteet, tartuntalaput ja putkistot ennen niiden asentamista.

### **Laitteiden ja rakenteiden korjauksia**

Pääkomponenttien valmistuksen yhteydessä on noussut esiin joitakin korjauksia vaativia kohteita (esimerkiksi hitsaus- ja valmistusvikoja). Hitsien korjaukset on tehty hyväksyttyjen korjaussuunnitelmien mukaisesti ja alkuperäiset laatuvaatimukset on täytetty. Yhden höyrygeneraattorin syöttövesiyhteeseen liittyvän korjauksen lämpökäsittelyssä epäonnistuttiin, minkä johdosta koko yhde jouduttiin vaihtamaan uuteen. Pääkiertolinjojen putkien valmistus aloitettiin uudelleen STUKin hyväksyttyä putkien valmistusohjelman. Ensimmäiset uudet putket valmistuivat vuoden 2007 lopulla.

Kesällä 2007 yhteen hitsattujen suojarakennuksen teräsverhouksen osien hitsisaumassa todettiin laatu puutteita ja teräsverhouksessa muotovirheitä. Perussyinä hitsin epäonnistumiseen todettiin mm., että hitsaamalla yhteen liitettyjen suurten ohutseinäisten lieriöiden läpimitat poikkesivat hie-man toisistaan, hitsausolosuhteet muuttuivat työn aikana ja hitsaustyössä tehtiin virheitä. Hitsatun rakenteen muotovirheet korjattiin leikkaamalla virheelliset kohdat pois ja hitsaamalla niiden paikalle uudet kappaleet. Hitsin laadun varmistamiseksi se tarkastettiin korjaustöiden jälkeen röntgenkuvaamalla kokonaan uudelleen. Korjaavia toimenpiteitä muiden vastaavien hitsien laadun varmistamiseksi olivat mm. hitsausmenetelmän muuttaminen ja valvonnan kehittäminen.

### **Laitoksen käyttöön valmistautumisen valvonta**

Teollisuuden Voima Oy jatkoi Olkiluoto 3:n käytössä tarvittavan henkilöstön rekrytointia ja koulutusta. Laitoksen käyttötoimintaan valmistavaan koulutukseen osallistui vuoden 2007 aikana yli 200 henkilöä. STUK tarkasti voimayhtiön koulutustoimintaa. Tarkastuksessa ei noussut esiin olennaisia koulutustoiminnan puutteita. Voimayhtiö onnistui ylläpitämään hyvää opiskeluvirettä ja varmistamaan tiedonkulun käyttöhenkilöstön koulutuksen eri osapuolten välillä.

STUK hyväksyi laitoksen turvallisuusteknisien käyttöehtojen yleisen rakenteen, ja laitostoimittaja käynnisti käyttöehtojen yksityiskohtaisen kirjoittamisen. STUK valvoi laitoksen käyttöohjeiston valmistelua ja tarkasti ohjeistorakenteen. Ohjeistorakenteessa esitettiin myös laitoksen häiriö- ja hätätilanneohjeet. STUK edellytti tarkempia selvityksiä käyttöohjeiston kattavuudesta ja laadinnan tueksi tehtävistä lisäanalyyseista.

### **Organisaatioiden toiminnan ja laadunhallinnan valvonta**

STUK arvioi Olkiluoto 3 -projektiin osallistuvien organisaatioiden toimintaa laatimansa rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman mukaisesti. Lisäksi toimintaa havainnoitiin osallistumalla Teollisuuden Voima Oy:n tekemiin auditointeihin sekä asiakirjojen käsittelyn, kokousten, laitteita ja rakenteita koskevien rakennetarkastusten ja työmaakierrosten yhteydessä. STUKin havaintojen perusteella aikaisemmin projektin kuluessa havaitut ongelmat laitossuunnittelun, valmistuksen ja rakentamisen etenemisen yhteensovittamisessa, asetettujen laatuvaatimusten täyttämisen ja alihankkijoiden ohjaamisessa jatkuivat. Vaikeudet töiden koordinoinnissa sekä kiireen tuntu häittäsivät työntekoa.

STUKille toimitettujen laitossuunnitteluai-neistojen sisällössä oli edelleen puutteita. Koska puutteet läpäisivät sekä laitostoimittajan että voimayhtiön tarkastuksen, on kummankin tarkastustoiminnassa vielä parantamisen varaa. Puutteiden johdosta STUK ei voinut hyväksyä toimitettuja asiakirjoja sellaisenaan, vaan esitti suunnittelutietoihin liittyviä lisäselvityspyyntöjä. Yleisiä puutteita aineistoissa olivat mm. epätarkkojen ilmaisujen käyttäminen suunnitteluvaatimusten määrittelys-



sä, viittaukset vääriin viiteaineistoihin ja STUKin vaatimusten noudattamatta jättäminen tai niihin vastaaminen ylimalkaisesti. Laitostoimittaja joutui tekemään myös suunnittelumuutoksia jätettyään aluksi joitakin turvallisuusvaatimuksia huomiotta. Voimayhtiö lisäsi suunnittelu- ja valmistusaineistojen tarkastukseen tarvittavia resursseja STUKin antaman palautteen vuoksi.

Muutosten hallinta on projektissa kriittistä, koska laitoksen rakennussuunnittelu ja rakentaminen etenevät muihin tekniikan alueisiin nähdessä eri vaiheissa. Työmaalla jouduttiin tekemään muutoksia mm. prosessijärjestelmien laitteiden tuentoihin, koska prosessin asettamia vaatimuksia ei osattu kaikilta osin ennakoida aikaisemmin suunnitelluissa rakenteissa. STUK on edellyttänyt, että projektissa tehostetaan eri tekniikan alojen (rakennus-, prosessi-, sähkö- ja automaatio-tekniikka) välistä oikea-aikaista tiedonkulkua, päätöksentekoa ja yhteistyötä. STUK kohdistaa vuonna 2008 valvontaansa muutosten hallintaan asennusvaiheessa.

Työmaarakentamisen ja -valmistuksen haasteena olivat edelleen alihankkijoiden riittävä valvonta ja ohjaus. Tätä osoitti mm. edellä mainittu epäonnistuminen sisemmän suojarakennuksen teräsvuorauksen hitsauksessa. Alihankkijoiden ohjauksessa ja valvonnassa oli puutteita; töiden koordinointi oli puutteellista, ja se johti epäsuotuisiin hitsausolosuhteisiin, työnjohto ei tiennyt työkohteen laatuvaatimusten taustalla olevista ydinturvallisuusvaatimuksista ja töiden valvonta oli riittämätöntä. Tapahtuman seurauksena STUK kiinnitti työmaalla kesän aikana erityistä huomiota hitsaustöihin ja niiden valvontaan. Tämän tuloksena todettiin kehitettävää mm. hitsausohjeiden noudattamisessa, hitsausohjeiden ja -materiaalien hallinnassa ja hitsaustöiden valvonnassa sekä laaduntarkastuksissa. Lisäksi STUK vaati, että hyväksyttävälle työlle pitää olla selkeät kaikkien osapuolien tiedossa olevat vaatimukset, ja että voimayhtiö ja laitostoimittaja varmistavat, että alihankkijat ymmärtävät työnsä turvallisuusmerkityksen laadukkaan lopputuloksen aikaansaamiseksi. Voimayhtiö ja laitostoimittaja lisäsivät työmaavalvonnan resursseja, kehittivät valvonnan ohjeistusta ja antoivat valvonnan merkitystä koskevaa koulutusta.

Laitevalmistus eteni pääosin hyvin, ja valmistaja, laitostoimittaja tai voimayhtiö havaitsivat val-

mistuksen ongelmat ja laatu puutteet. Laitteiden kokoonpanokiireet johtivat muutamassa tapauksessa siihen, että valmistaja ja laitostoimittaja enakoivat laitteita koskevien STUKin rakennetarkastuksien ajankohtia niin paljon, että edellytyksiä tarkastamiseen ei ollut ja tarkastukset jouduttiin sopimaan uudelleen. STUK edellytti voimayhtiön jatkossa varmistavan, että edellytykset tarkastusten tekemiseen ovat olemassa. Alkuvuonna 2007 havaittiin, että dieselgeneraattoreiden valmistus oli aloitettu ennen sitä koskevien suunnitelmien hyväksyntää. Vastaava havainto tehtiin joidenkin sähkömoottoreiden valmistuksen aloituksen suhteen. Molemmissa tapauksissa laitostoimittaja keskeytti laitteiden valmistuksen, ja valmistusta jatkettiin vasta suunnitelmien hyväksynnän jälkeen. STUK edellytti voimayhtiöltä selvitystä laitteiden valmistustilanteesta ja suunnitelmien hyväksynnästä. Alkuvuonna voimayhtiöllä oli vaikeuksia saada tietoa laitteiden valmistuksen eri vaiheista, mikä johtui laitteiden suuresta määrästä ja raportoinnin käynnistykseen liittyvistä ongelmista.

Organisaatioiden toiminnan ja laadunhallinnan valvonnan havainnot osoittavat, että vaikeudet Olkiluoto 3:n rakentamisen laadunhallinnassa jatkuivat. Vaikka Olkiluoto 3:n rakentamiseen ja valmistukseen osallistuvien alihankkijoiden laadunhallinta oli pääosin korkeatasoista, esiin tulleet toiminnalliset ja tuotteissa havaitut ja korjatut poikkeamat osoittavat, että osalla alihankkijoista tilanne oli heikompi. Alihankkijoiden töitä haittasivat mm. puutteet materiaalien, dokumenttien ja työmenetelmien hallinnassa. Useat alihankkijat korjasivat toimintaansa palautteen perusteella ja laadunhallinnassa tapahtui myönteistä kehitystä. Yleisenä puutteena niin voimayhtiön kuin laitostoimittajan laadunhallinnassa oli edelleen laatu poikkeamien raportoinnin, käsittelyn ja hyödyntämisen tehottomuus. STUK edellytti vuonna 2006, että voimayhtiö ja laitostoimittaja kehittävät poikkeamien käsittelyä. Teollisuuden Voima Oy käynnisti vuonna 2007 poikkeamien systemaattisen luokittelun ja trendiseurannan. Poikkeamien tehokas käsittely ja systemaattinen hyödyntäminen ovat STUKin laadunhallinnan valvonnan keskeisiä alueita vuonna 2008.

Positiivisena havaintonaan STUK totesi, että suunnittelun, rakentamisen ja valmistuksen valvomiseksi sekä projektin hallinnan tehostamiseksi

voimayhtiöllä ja laitostoimittajalla on tahtoa toiminnan kehittämiseen. Esimerkiksi Teollisuuden Voima Oy:llä on korkeatasoinen sisäinen perehdytysohjelma ja voimavaroja on jatkuvasti lisätty suunnittelun, valmistuksen ja rakentamisen valvontaan.

#### 4.4 Tutkimusreaktori

FiR 1 -tutkimusreaktorin käyttö on jatkunut vuonna 2007 edellisten vuosien tapaan.

Turvallisuuteen vaikuttavia poikkeavia tapahtumia ei ollut ja työntekijöiden saamat säteilyannokset ja radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön alittivat selvästi asetetut rajat.

Vuonna 2007 tutkimusreaktorilla tehtiin tarvittaessa kaksi viikoittaista potilassädehoitoa. Lisäksi reaktorilla tehtiin ulkopuolisten yritysten tilaamia tutkimuksiin liittyviä isotooppisäteilytyksiä ja järjestettiin reaktorifysiikan peruskoulutusta.

STUK arvioi ja tarkastaa ydinenergia-asetuksen edellyttämät FiR 1 -reaktorin asiakirjat säännöllisesti. Vuonna 2007 VTT uudisti ja tarkisti ydinmateriaalivalvonnan käsikirjan ja siihen tehdyt muutokset hyväksyttiin STUKissa.

STUKin teki FiR 1 -reaktorin käyttöturvallisuuden, turvajärjestelyjen, valmiustoiminnan, ydinmateriaalivalvonnan ja säteilysuojelun tarkastukset. Tarkastuksissa STUK esitti mm. turvajärjestelyistä vaatimuksia, joiden toimeenpanoa seurataan.

VTT:n on kiinnitettävä erityistä huomioita tutkimusreaktorin henkilöstön uudistumiseen ja koulutukseen. Reaktorin käyttöhenkilökunnan keskeisten tehtävien hoitamisesta laadittu henkilöstö- ja koulutussuunnitelma koskee mm. käyttöpäällikön, turvajärjestelyjen, ydinmateriaaliasioiden, valmiusjärjestelyjen vastuuhenkilöiden sekä palo- ja säteilysuojelutehtävien koulutusta ja siirtoja lähivuosina. Reaktorin käytön esimiestehtäviin tarvitaan lisähenkilö, joka koulutetaan

nykyisistä ohjaajista. Seuraava säännönmukainen reaktorin ohjaajalupien uusintatarve koskee vuonna 2008 useampia reaktoriohjaajia.

FiR 1 -reaktorin käytön turvallisuus, rakenteiden, järjestelmien ja laitteiden kunto, sekä henkilöresurssit ja niihin liittyvät toimintasuunnitelmat ovat riittäviä käytön jatkamisen kannalta.

#### 4.5 Varautuminen uusiin hankkeisiin

##### Uusien ydinvoimalaitosten YVA-ohjelmat

STUK antoi kauppa- ja teollisuusministeriölle lausunnot uusien ydinvoimalaitoshankkeiden ympäristövaikutusten arviointiohjelmista: Teollisuuden Voima Oy:n Olkiluoto 4 -reaktori Eurajoen Olkiluotoon ja Loviisa 3 -reaktori Loviisan Hästholmeniin.

##### Uusien ydinvoimalaitoshankkeiden soveltuvuusselvitykset alkoivat

Teollisuuden Voima Oy aloitti vuonna 2007 eri voimalaitosvaihtoehtojen soveltuvuusselvitykset periaatepäätöshakemusta varten. Ydinturvallisuuden kannalta soveltuvuusselvitysten tarkoituksena on arvioida, miten laitosvaihtoehdot täyttävät suomalaiset ydinturvallisuusvaatimukset. Työn keskeisenä päämääränä on tunnistaa laitostyypeistä niitä suunnittelupiirteitä, joita tulee kehittää suomalaiset vaatimukset täyttäväksi. STUK on Teollisuuden Voima Oy:n pyynnöstä osallistunut teknisiin keskusteluihin voimayhtiön ja laitostoimittajien kanssa. Uusi toimija Fennovoima Oy (FV) otti yhteyttä STUKiin vastaavien soveltuvuusselvitysten aloittamiseksi ja pyysi STUKia aloittamaan alustavien ohjeiden antamisen YEL 55§ mukaisesti. Keskustelut soveltuvuusselvitystyöstä aloitettiin Fennovoima Oy:n kanssa vuoden lopulla. Fortum Power and Heat Oy esitti vuoden lopussa pyynnön aloittaa keskustelut periaatepäätöshakemuksen valmistelusta.



## 5 Ydinjätehuollon valvonta

STUKin suorittaman ydinjätehuollon valvonta kattoi vuonna 2007 seuraavat osakokonaisuudet:

- vähä- ja keskiaktiivisten, voimalaitosten käytössä syntyvien jätteiden huolto (jätteiden syntymisen minimointi, kerääminen, käsittely ja erottelu, dekontaminoinnit, tilavuuden pienennykset, kiinteytys, pakkaaminen, mittaukset, varastointi, siirrot, loppusijoitus, valvonnasta vapautukset, kirjanpito ja raportointi, laatu-järjestelmä; näitä on käsitelty kohdissa 4.1 ja 4.2.)
- käytetyn ydinpolttoaineen varastointi (näitä on käsitelty kohdissa 4.1 ja 4.2.)
- käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitushanke
- ydinjätehuollon muut ohjelmat.

### 5.1 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitushankkeen valvonta

Ydinenergialainsäädännön kautta katsottuna käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitushanke on jakotettavissa viiteen päävaiheeseen:

1. *tutkimusvaihe*: 1970-luvulta valtioneuvoston periaatepäätökseen
2. *tutkimusrakentamisvaihe*: periaatepäätöksestä rakentamislupaan
3. *rakentamisvaihe*: rakentamisluvasta käyttö-lupaan
4. *käyttövaihe*: käyttöluvasta käytön lopettamiseen
5. *päättövaihe*: käytön lopettamisesta luvanhaltijan huolehtimisvelvollisuuden päättymiseen. Kun ydinjätteiden loppusijoitus on hyväksytty suoritetu, luvanhaltijan huolehtimisvelvollisuus päättyy ja loppusijoitetut ydinjätteet siirtyvät valtion vastuulle

Vuonna 2007 loppusijoitushanke ja sitä koskeva STUKin valvonta olivat vaiheessa 2 ”tutkimus-rakentamisvaihe”. Valvonnan uudelleenorganisointia, -kohdennusta ja resursointia jatkettiin korkealla prioriteetilla strategian ja ydinjätehuollon toimintasuunnitelman mukaisesti.

Vuonna 2000 valtioneuvosto teki ydinenergia-laissa tarkoitetun periaatepäätöksen siitä, että käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus Olkiluodon kallioperään on yhteiskuntamme kokonaisedun mukaista. Eduskunta vahvisti päätöksen toukokuussa 2001. Periaatepäätöksessä todettiin, että käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitushanke voi edetä maanalaisten tutkimustilojen rakentamiseen ja tarkempiin tutkimuksiin. Tällä lausumalla periaatepäätöksen tekijä osoitti, mihin saakka periaatepäätöksen nojalla voidaan loppusijoitushankkeen toteuttamisessa edetä, ottaen huomioon että periaatepäätöksessä osoitettua maanalaista tutkimustilaa tullaan käyttämään myöhemmin rakennettavan loppusijoituslaitoksen osana.

Tutkimustilojen rakentamisen lisäksi periaatepäätöksessä mainitaan nimenomaisesti tarkemmat tutkimukset, ts. valtioneuvosto ja eduskunta ovat edellyttäneet tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutyön jatkamista turvallisuusperustelujen tarkentamiseksi.

Periaatepäätöksen hakijan Posiva Oy:n toimenpiteet päätöksen täytäntöön panemiseksi ovat ydinenergialain alaista toimintaa, jota STUK valvoo. Vuonna 2007 loppusijoitushanke eteni periaatepäätöksessä osoitetun mukaisesti. Tarkasteluvuonna loppusijoitushankkeen valvonta oli

- tutkimustilan rakentamisen valvontaa (ONKALO-valvonta)

- loppusijoituksen turvallisuusperustelujen tarkentamiseksi tehtävän tutkimus-, kehitys ja suunnittelutyön arviointia ja valvontaa (TKS-valvonta), sekä
- tutkimustilan ydinsulkuvalvontaa (ydinsulkuvalvonta, jolla varmistetaan, että ONKALO-projektin toteutuksessa ei jää pienintäkään epäselvyyttä sen suhteen, että Suomi täyttää ydinmateriaalivalvontaa koskevat velvoitteensa nyt ja tulevaisuudessa, kuvataan luvussa 6).

### 5.1.1 Tutkimustilan rakentamisen valvonta (ONKALO-valvonta)

#### Turvallisuuden kokonaisarviointi

Onkalon rakentaminen etenee aikataulun mukaisesti. Onkalon rakentaminen voi vaikuttaa loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuteen muuttamalla loppusijoitustilaa ympäröivän kallioperän ja pohjaveden ominaisuuksia. Loppusijoitustoiminnan turvallinen toteutus edellyttää, että järjestelmät suunnitellaan myös työturvallisuuskohdat huomioon ottaen. Onkalon rakentamisen vaikutuksia on seurattu erilaisin mittauksin eikä pitkäaikaisturvallisuuden kannalta analysoituja raja-arvoja ole ylitetty. Turvallisuuden kannalta tärkeiden rakenteiden ja järjestelmien suunnittelussa ja toteutuksessa ei ole havaittu turvallisuutta vaarantavia tekijöitä.

#### Valvonta ja havainnot

STUK valvoi maanalaisen tutkimussijoitustilan (Onkalon) rakentamista tarkastamalla Posivan suunnitteluaineistoa ja tekemällä tarkastuksia työmaalla. Vuonna 2007 valvonnan erityiskohteena oli kallion tiivistäminen, pohjavesiolosuhteita muuttavien vuotovesien hallinta sekä louhinnan takia Onkalossa käytettävät pitkäaikaisturvallisuuden kemialla haittaavat vierasaineet (esim. betoni). Myös organisaatioiden toimintaa valvottiin tarkastuksin vuonna 2007 ja aloitettiin Posivan johtamis- ja laatujohtamisen tarkastaminen.

#### Suunnittelun ja rakentamisen valvonta

STUK uudisti vuonna 2007 Onkalon rakentamisen valvontaa. Sen rungon muodosti rakentamisen tarkastusohjelma (RTO). STUK tarkasti ja hyväksyi ensimmäistä kertaa toimitetun Onkalon luokitusasiakirjan, joka määrittelee järjestelmien,

rakenteiden ja laitteiden turvallisuusmerkityksen mukaisen luokituksen. STUK edellytti tarkastuksessaan, että Posiva toimittaa päivitetyn luokitusasiakirjan. Asiakirjassa on esitettävä laajemmin luokituksen taustalla oleva turvallisuusmerkityksen analysointi ja asiakirja on täydennettävä muilta osin STUK:n vaatimusten mukaiseksi.

Onkalon rakentamiseen liittyy paljon erilaisia ja erivaiheisia suunnittelu- ja toteuma-asiakirjoja, jotka STUK tarkastaa. Vuonna 2007 STUK asetti näihin ja niiden toimittamiseen liittyviä vaatimuksia, jotka koskivat organisatorisia asioita, käytettäviä viranomaismääräyksiä, -ohjeita ja standardeja, suunnittelussa käytettäviä lähtötietoja, suunnittelutulosteita, rakentamisen valmistuksen asiakirjoja ja toteuma-aineistoja sekä näihin liittyviä aikatauluja ja poikkeamien ilmoittamista STUKille.

Tarkasteluvuonna STUK saattoi loppuun YEA:n 35§:n mukaisen rakentamisen perusaineiston tarkastuksen, joka koski alustavaa turvallisuusselostetta, luokitusasiakirjaa, laadunvarmistusta, turva- ja valmiusjärjestelyjä, ja ydinmateriaalivalvontaa todeten ne kattavuudeltaan ja sisällöltään riittäviksi.

STUK tarkasti Onkalon ajotunnelin geologiset kartoitustiedot välillä 1300–2350 metriä. Tarkastuksella varmistetaan kartoitustietojen riittävyys ja paikkansapitävyys.

#### Organisaation ja toimintatapojen valvonta

STUK valvoi Posivan organisaatiota projektin johtoon, turvallisuusasioiden käsittelyyn sekä rakentamisen menettelytapoihin kohdistuvien tarkastuksien. Tarkastusten perusteella edellytettiin parannuksia tutkimustilan rakentamista koskevaan ohjeistoon ja menettelytapoihin. Esimerkkeinä voidaan mainita poikkeamien käsittelymenettelyt, laadunvarmistusohjeiden toimenpiderajat ja henkilöiden pätevyyksien varmistaminen.

STUK aloitti syksyllä 2007 Posivan johtamisjärjestelmän tarkastamisen, mikä saadaan päätökseen huhtikuussa 2008. Tämän määräajoin tehtävän tarkastuksen sisältö ja toteutus uusittiin niin, että se vastaa ydinlaitoksen rakentamisesta vastaavan organisaation johtamisjärjestelmän tarkastamista.

STUK valvoo myös Posivan alihankkijoita niiden tekemän työn turvallisuusmerkityksen perus-

teella. STUK havainnoi niiden toimintaa tarkastuksissa, osallistumalla Posivan tekemiin auditointeihin sekä asiakirjojen käsittelyyn, kokousten, laitteita ja rakenteita koskevien rakennetarkastusten ja työmaa- ja laboratoriokierrosten yhteydessä.

### 5.1.2 Loppusijoituksen turvallisuus-perustelujen tarkentamiseksi tehtävän tutkimus-, kehitys ja suunnittelutyön arviointi ja valvonta (TKS-valvonta)

TKS-toiminnan valvonta on Posivan toiminnan ja sen tulosten riippumatonta arvioimista ja kannanmuodostusta, sekä tarpeen mukaan myös ohjausta ja vaatimusten asettamista. STUK pyrkii varmistamaan mahdollisimman hyvän lopputuloksen saavuttamisen mahdollisimman suurella varmuudella. Tämä ja viime kädessä Posivan suorituksen laatu määrittävät, miten STUK kulloinkin toimii TKS-toiminnan valvonnassa.

STUK valvoo TKS-toimintaa arvioimalla loppusijoituslaitoksen turvallisuusperustelun tämän vaiheen aineistoja, tekemällä vertailuanalyysseja, tunnistamalla avoimia turvallisuuskysymyksiä sekä tarkastamalla Posivan ja sen alihankkijoiden johtamis- ja laatujärjestelmiä. Vuonna 2007 arvioitiin yli 100 Posivan toimittamaa raporttia. STUK aloitti myös neljä laajaa, ulkopuolisten asiantuntijaryhmien tukemaa arviota, joista kaksi valmistui vuoden 2007 puolella.

### Kapselointi- ja loppusijoitustekniikka

Sekä STUKin sisäisiä että ulkoisia resursseja tällä alueella lisättiin merkittävästi vuoden aikana lähtien periaatteesta, että keskeisen osaamisen tulee olla STUKin omassa organisaatiossa ja että riippumatonta ulkopuolista asiantuntemusta ja teknistä tukea turvallisuusarvioiden tekemiseen ja käytännön tarkastustyöhön hankitaan tarpeen mukaan. Vuoden aikana STUK rekrytoi kapselointitekniikan ja bentoniittipuskurin asiantuntijat ja perusti turvallisuuskysymysten käsittelyn tueksi loppusijoitusteknologiaan keskittyvän kansainvälisen asiantuntijaryhmän.

Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitosten suunnittelu on edennyt pitkäjänteisesti. Esi-suunnitteluvaiheen laitosuunnitelmat valmistuivat vuoden 2006 lopulla. STUK tarkasti nämä yli kahteenkymmeneen raporttiin sisältyvät suunnitelmat ja aineistot. Tarkastuksen kohteena olivat loppusijoitustilan suunnittelu ja rakentaminen,

järjestelmät, joilla valvotaan kuinka loppusijoitus-tilan rakentaminen vaikuttaa kallioperän turvallisuudelle tärkeisiin ominaisuuksiin, kapselointi- ja loppusijoitusprosessi, järjestelmäsuunnittelu, järjestelmien turvallisuusluokitus, tilojen asemointi, kallio- ja betonirakentaminen, palo-osastointi ja -turvallisuus, laitoksen säteilysuojellinen suunnittelu, säteilyluokitukset, säteily- valvonta, loppusijoitustilan sulkeminen ja jätteiden käsittely. Tarkastus tehtiin pääosin vuoden 2007 aikana, ja arviointi viimeisteltiin vuoden 2008 alkupuolella.

STUK piti vuonna 2007 Posivan kanssa kaksi teknisiä vapautumisestettä koskevaa kokousta, joissa käsiteltiin STUKin esille nostamia turvallisuuskysymyksiä. Turvallisuuskysymykset kokoava seurantalista uudistettiin vuoden 2007 lopulla.

STUK teki vuonna 2005 julkaistusta jätekapselin suunnitteluperusteista koskevasta raportista aineistoinen arvion, joka toimitettiin tiedoksi myös kauppa- ja teollisuusministeriölle. Arvio nosti esiin kysymyksiä, joiden ratkaisua STUK seuraa Posivan kehitystyön jatkuessa.

STUKin valvonta kattoi myös Posivan jätekapselin valmistustekniikoiden kehitystyön, jota Posiva on jatkanut yhteistyössä Ruotsin ydinjäteyhtiön SKB:n kanssa. Posivan vastuulla olevala pisto-veto-menetelmällä valmistettiin vuonna 2007 Saksassa kaksi kuparikapselia. Tavoitteena valmistuskokeissa oli riittävän pieni kuparin raekoko ja homogeeninen mikrorakenne kapselin seinämissä ja pohjassa. Nämä tavoitteet saavutettiin.

STUK valvoo myös kuparikapselin hitsauksen kehitystyötä. Posiva on jatkanut kuparikkapselin elektronisuihkuhitsauskokeita yhteistyössä Patrian kanssa Nokian Linnavuorella ja on selkeästi kyennyt kehittämään hitsaustekniikkaa. Vuonna 2007 elektronisuihkuhitsauskokeissa on keskitytty uuteen elektronisuihkun säätö- ja mitauslaitteiston kehittämiseen, hitsauksen laadun parantamiseen ja karakterisointiin, alustavan hitsausohjeen laadintaan sekä hitsauksen mallinnukseen (lämmönsiirtyminen).

Vuonna 2007 STUK valvoi jätekapselin tarkastustekniikoiden kehitystyötä, jota Posiva on tehnyt yhdessä mm. VTT:n ja SKB:n kanssa. Posiva on myös jatkanut tarkastusmenetelmien pätevöintimenettelyn suunnittelua. Vuonna 2007 ainetta rikkomattomiin tarkastusmenetelmiin (NDT) liittyviä aiheita ovat olleet tarkastusohjeiden laa-

dinta ja kehitys, alustavien hyväksymiskriteerien (hyväksyttävien vikakokojen) määrittely, NDT-menetelmien luotettavuus ja mallinnus.

STUK valvoi bentoniittipuskuriin liittyvää TKS-työtä. Posiva jatkoi vuonna 2006 aloitetun kehitystyöhankkeen, ns. BENTO-projektin, suunnittelutyötä, jossa pyritään selvittämään bentoniitin toimintakykyyn liittyviä kysymyksiä, kehittämään valmistus- ja asennustekniikkaa sekä alan kotimaista asiantuntemusta. Posiva aloitti vuonna 2007 bentoniittikappaleiden valmistusmenetelmien kehityksen, mitä tähän mennessä on tehty SKB vetoisesti Ruotsissa. Tunnelien täyttötekniikan tutkimus- ja kehitystyö toteutetaan yhteistyössä SKB:n kanssa Bacro-projektin puitteissa, joka on edennyt kolmanteen vaiheeseen.

Posiva sai yhdessä SKB:n kanssa vuonna 2007 loppuun jätekapselien vaakasijoitusta kehittäneen (KBS-3H) hankkeen. Posiva viimeistelee kehityshankkeen raportoinnin vuoden 2008 alkupuolella. Posiva ja SKB päättävät tulosten perusteella vaihtoehtoisen konseptin jatkokehityksestä. STUK arvioi KBS-3H aineiston vuonna 2008.

### Sijoituspaikkatutkimukset

Posiva toimitti STUKille laajan Olkiluodon loppusijoituspaikkaa koskevan aineiston ”Site 2006”, jonka keskus arvioi käyttäen apunaan sekä kotimaisia että kansainvälisiä asiantuntijoita. Aineistoa koskevien paikkatutkimusten päämääränä on selvittää ja kuvata kallioperän nykytila, sen kehitysvaiheet nykyiseen sekä Onkalon rakentamisen vaikutukset kallioperään ja sen turvallisuuden kannalta tärkeisiin ominaisuuksiin sekä niiden säilymiseen. Aineisto muodostaa yhden oleellisen perustan paikkakohtaiselle turvallisuusanalyysille.

STUK käsitteli turvallisuusarvioinnissaan mm. seuraavat turvallisuuden kannalta tärkeät asiat:

- tutkimus- ja tiedonhankinnan menetelmät ja tutkimusaineistot
- geologia: kivilajien ja niiden muuntumisen kuvaukset, niiden tilavuudet ja muodot, siirros- ja rakovyöhykkeet, rakomineraalit sekä geologinen malli
- kalliomekaniikka: jännitystilat, fysikaaliset ominaisuudet, termiset ominaisuudet, kallioperän mekaaninen stabiilisuus
- hydrogeologia: pohjaveden suolaisuus, hydrosstaattinen paine, veden johtavuudet, pohjaveden

pinnan korkeuden mittaukset, hydrogeologisten vyöhykkeiden määrittelyt, pohjaveden virtausmalli

- hydrogeokemia: pohjaveden kemialliset parametrit, näytteiden edustavuus, mikrobien vaikutukset, puskurikapasiteetti, pohjaveden suolaisuus, veteen liuennut metaani, pohjavesien sekoittumissuhteet, pohjavesikemian malli
- pohjaveden virtauksen ja suolaisuuden kehittymisen mallintaminen
- Onkalon ominaisuuksien ennustaminen ja rakentamisen vaikutukset.

STUKin päätyi arvioinnissaan tulokseen, että aineistossa kuvatuissa loppusijoituspaikkaselvityksissä ja tutkimuksissa on päästy tähän vaiheeseen asetettuihin tavoitteisiin. Posivalle toimitettu arviointiraportti sisälsi myös joukon turvallisuusasioita, joissa lisäselvitykset ja -työt katsotaan tarpeelliseksi.

Loppusijoituspaikan turvallisuusasioiden kattavaan läpikäyntiin tarkoitettuja kokouksia pidettiin Posivan kanssa puolivuositain. Näihin kokouksiin osallistuivat myös STUKin kansainvälinen asiantuntijaryhmät jäsenet.

Tarkasteluvuonna STUK päivitti sijoituspaikkaan liittyvän avointen turvallisuusasioiden seurantalistan kaksi kertaa ulkopuolisen kansainvälisen asiantuntijaryhmän avustamana.

STUKin valvonta kattoi myös Posivan tutkimusalueelle kairaamat neljä uutta syvää reikää, joissa tehtiin geofysikaaliset ja hydrologiset tutkimukset. Yksi tutkimuskaivanto kartoitettiin kalliion rakoilun, kivilajijakauman ja muuntuneisuuden selvittämiseksi.

Vuonna 2007 STUK valvoi myös Posivan toimenpanemaa ONKALO-alueen monitorointiohjelmaa, jonka tarkoituksena on valvoa mitä turvallisuuden kannalta merkittäviä muutoksia Onkalon rakentaminen aiheuttaa kallioperään (esim. pohjaveden vuodot Onkaloon, louhinnan häiriöt ehjään kallioon, louhinnan takia Onkaloon tuodut pitkäaikaisturvallisuudelle mahdolliset haitalliset aineet, kuten betoni, ja kallioliikunnot). Ensimmäiset valvonnan kohteena olevat yhteenvetoraportit valmistuivat vuoden 2006 aikana.

STUKin valvonta kohdistui myös kallioperän tutkimusmenetelmiin, joita Posiva käyttää maan pinnalta ja ONKALossa tehtävissä tutkimuksissa. Tutkimusmenetelmistä valmistui kattava selvitys,

joka tarkastettiin. Lisäksi vuonna 2007 valvonnan kohteina oli Posivan raporttisarjoissa julkaistuja lukuisia muita Olkiluodon tutkimusten tulkintoja ja geologisia taustaselvityksiä. Olkiluodon kallio-perätutkimukset jatkuivat sekä maanpinnalta että Onkalossa tehtävin tutkimuksin.

### **Turvallisuusanalyysin ja -perusteluiden kehittämisen valvonta**

Posivan loppusijoituslaitosta koskeva turvallisuusperustelu tulee koostumaan seuraavista pääaineistoista muodostuvasta salkusta (Safety Case Portfolio), jonka raportteja ja aineistoja päivitetään muutaman vuoden välein:

1. loppusijoituspaikka,
2. käytetyn polttoaineen ominaisuudet,
3. kapseli,
4. loppusijoitustila,
5. prosessit (loppusijoitusjärjestelmän toimintaan vaikuttavat sisäiset ja ulkopuoliset ilmiöt, tapahtumat ja luonnon prosessit),
6. loppusijoituspaikan ja -tilojen pitkän ajan kehitys (evoluutio),
7. biosfääri,
8. radionuklidien vapautuminen (joka on varsinainen laskennallinen turvallisuusanalyysi),
9. täydentävät turvallisuustarkastelut (esim. luonnon analogiat), ja
10. yhteenvetoaineisto.

Vuonna 2007 aineistojen 1–4 valvontaa on käsitelty edellä. Aineiston 7 osalta STUKin tarkastettavaksi tuli biosfäärianalyysiä koskevia osa-aineistoja, jotka käsittelevät laskennallisen turvallisuusanalyysin konseptia ja suuntaviivoja, mikrobiyhteisön biomassaa, aktiivisuutta, rakennetta ja toiminnallista vaihtelua eri paikoilla Olkiluodossa, biosfäärimallinnusta, ympäristömonitorointia tuloksineen, kasvillisuustyyppinä niihin vaikuttavine pääprosesseineen. Kohtien 5, 6 ja 8 aineistojen osalta arvioinnit tehdään vuoden 2008 aikana.

### **Muut turvallisuustutkimukset**

Posivan turvallisuustutkimukset pohjautuvat myös pitkäkestoisin kahdenvälisiin tai monenkeskisiin yhteistyöhankkeisiin. Kahdenkeskisistä tutkimushankkeista valtaosa sisältyy Posivan ja Ruotsin SKB:n väliseen yhteistyöhön. Monenkeskisistä hankkeista merkittävimpiä ovat EU:n kuudenteen

puiteohjelmaan sisältyvät integroidut projektit NF-PRO, FUNMIG, PAMINA ja THERESA, joissa Posiva on mukana suomalaisten tutkimuslaitosten kanssa.

STUK piti Posivan vuoden 2007 tutkimusyhteistyötä riittävän laajana ja korkeatasoisena. Erityisesti yhteistyö Ruotsin SKB:n kanssa oli laajaa. Teknis-tieteellisten hyötyjen lisäksi kansainvälinen yhteistyö oli omiaan lisäämään avoimuutta Posivan toimista kansainvälisen tiedeyhteisön suuntaan, jolla avoimuudella STUK katsoo olevan myös turvallisuutta ja turvallisuuskulttuuria edistävä tärkeä vaikutus.

Niiltä osin, kuin Posiva käytti ja tulee käyttämään muiden tutkimus- ja kehitystyön tuloksia suoraan hyväkseen STUKin valvomassa työssä, keskus tarkastaa työt vastaavasti kuin muidenkin Posivan alihankkijoiden toiminnan ja tuotokset. Turvallisuusmerkityksestä riippuen STUK havainnoi osallistuvien organisaatioiden toimintaa tarkastuksissa, osallistumalla Posivan tekemiin auditointeihin sekä asiakirjojen käsittelyyn, kokousten, laitteita ja rakenteita koskevien rakennetarkastusten ja työmaa- ja laboratoriokierrosten yhteydessä.

### **5.1.3 Ydinenergia-asetuksen mukaiset lausunnot**

Kauppa- ja teollisuusministeriön hyväksymän linjauksen mukaisesti Teollisuuden Voima Oy:n (TVO) ja Fortum Power and Heat Oyj:n (FPH) tulee laatia ydinjätehuollon tutkimus-, kehitys- ja suunnittelu-työn (TKS-työn) tilanteesta ja edistymissuunnitelmista kolmen vuoden välein kattava selvitys, joka on ydinenergia-asetuksen 74–75 §:ien mukaisen raportoinnin keskeisenä viiteraporttina. Voimayhtiöt julkaisivat syksyllä 2006 vuodet 2007–2009 kattavan raportin ”TKS-2006, Nuclear waste management of the Olkiluoto and Loviisa power plants, Programme for research, development and technical design for 2007–2009”. STUK tarkasti raportin kansainvälisen asiantuntijaryhmän tukemana ja toimitti sitä koskevan arvionsa kauppa- ja teollisuusministeriölle. Lausunnonnossa todettiin, että suunnitelmat ovat edistyneet merkittävästi edellisestä jaksosta, mutta useilla alueilla on vielä huomattavia kehitystarpeita. STUK piti myös aikataulua rakentamislupahakemukseen tiukkana. STUKin mielestä johtopäätöksiä aika-

taulun realistisuudesta on syytä tehdä vasta seuraavan TKS-raportin arvioinnin yhteydessä, jolloin Posivan on toimitettava alustavasti rakentamisluvan edellyttämät turvallisuusselvitykset ja keskeneneräisten selvitysten osalta suunnitelma niiden valmistumisesta.

Teollisuuden Voima Oy ja Fortum Power and Heat Oy toimittivat syyskuussa kauppa- ja teollisuusministeriölle selvityksen ydinjätehuollon tulevista toimenpiteistä vuodelle 2008, johon sisältyi selvitys yleispiirteisistä suunnitelmista seuraavalle viidelle vuodelle. Ministeriön vuonna 2002 hyväksymän linjauksen mukaisesti tämä selvitys kattaa yhdessä joka kolmas vuosi toimitettavan

tutkimus-, kehitys- ja teknillisen suunnittelutyön (TKS) ohjelman kanssa vuosittaisen ydinenergia-asetuksen 74 §:n mukaiset selvitykset. STUK tarkasti voimayhtiöiden ydinjätehuollon ohjelmaan liittyvät asiakirjat ja laati niistä ydinenergia-asetuksen 78 §:n mukaisen lausunnon kauppa- ja teollisuusministeriölle.

STUK tarkasti myös ydinenergia-asetuksen 90 §:ssä tarkoitetut ydinjätehuollon kustannuksiin varautumista koskevat asiakirjat ja antoi niistä lausunnot kauppa- ja teollisuusministeriölle. Lausunnoissa STUK arvioi taloudellisen varautumisen perustana olevia teknisiä suunnitelmia ja kustannusarvioita.



## 6 Ydinsulkuvalvonta

Ydinmateriaalivalvonta on rauhanomaisen ydinenergian käytön edellytys. Siksi Suomessa on kansallinen ydinmateriaalien valvontajärjestelmä, jota ylläpitää STUK. Valvontajärjestelmästä säädetään ydinenergia-asetuksen 118 §:ssä ja sen tarkoituksena on huolehtia ydinaseiden leviämisen ehkäisemiseksi tarpeellisesta ydinenergian käytön valvonnasta. Tämän lisäksi kansallinen ydinmateriaalien valvontajärjestelmä osallistuu sellaisten ydinenergia-alan kansainvälisten sopimusten valvontaan, joissa Suomi on sopimusosapuolena.

Kansainvälinen atomienergiajärjestö (IAEA) ja Euroopan komission ydinmateriaalivalvonnasta vastaavat yksiköt (Energian ja liikenteen pääosasto, linjat H ja I, ”Euratom”) toteuttavat ydinmateriaalien kansainvälistä valvontaa. IAEA:n valvonta perustuu ydinsulkusopimukseen ja sen perusteella solmittuun EU:n ydinaseettomien maiden, Euroopan Atomienergiayhteisön ja IAEA:n väliseen valvontasopimukseen (INFCIRC/193) sekä valvontasopimuksen lisäpöytäkirjaan (INFCIRC/193/Add.8). EU:n valvonta perustuu Euratomin perustamissopimukseen ja sen nojalla annettuun komission asetukseen (EURATOM) 302/2005. Ydinenergiain 63 § edellyttää, että STUK on läsnä IAEA:n ja Euratomin Suomessa tekemissä tarkastuksissa.

IAEA:n tiedonsaanti- ja tarkastusoikeuksia laajennettiin valvontasopimuksen lisäpöytäkirjalla, jotta järjestön olisi mahdollista havaita myös salaiset ydinohjelmat. EU:ssa tämä uusi sopimus tuli voimaan 30.4.2004. Lisäpöytäkirjan perusteella IAEA saa entistä enemmän tietoa ydinalan toiminnasta. Valtioiden on ilmoitettava IAEA:lle ydinpolttoainekiertoa liittyvästä tutkimus- ja kehityshankkeista, ydinalan laitteiden valmistuksesta sekä näiden vienneistä. Lisäksi IAEA kerää tietoja avoimista lähteistä, käyttää satelliitteja ja ottaa ympäristönäytteitä. Lisäpöytäkirja antaa

IAEA:lle perinteistä valvontasopimusta laajemmasta pääsyoikeudet tarkastaa ydinalan toimintoja. Tällaisia täydentäviä tarkastuskäyntejä voidaan tehdä hyvin lyhyellä varoitusajalla.

STUKin ydinmateriaalivalvonta kohdistuu kaikkiin Suomen ydinmateriaaleihin: niiden valvonta- ja kirjanpitojärjestelmiin, maahantuontiin, käyttöön, kuljetuksiin, varastointiin, siirtoihin, käytöstä poistoon ja loppusijoitukseen. Ydinmateriaaleja ovat ydinaineet (uraani, plutonium ja torium), eräät muut aineet (deuterium ja grafiitti) sekä ydinalan laitteet, laitteistot ja tietoaaineistot. Kaikista Suomen ydinaineista 99,8 % on ydinvoimalaitoksissa. Muista ydinaineen haltijoista merkittävin on Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT) FiR 1-tutkimusreaktori. Myös STUKilla, Helsingin yliopiston kemian laitoksen radiokemian laboratoriollla, OMG Kokkola Chemicalsilla, Jyväskylän yliopistolla, Geologian tutkimuskeskuksella ja joillakin muilla laitoksilla on hallussaan pieniä määriä ydinaineita. Suomeen tuodaan ja täällä kuljetetaan vuosittain muutamia eriä ydinaineita. Niistä merkittävimpiä ovat ydinpolttoaineen tuonnit ja kuljetukset. Tällä hetkellä Suomessa kuljetetaan ainoastaan tuoretta polttoainetta.

STUK valvoo ydinmateriaalien haltijoita laitostarkastuksin, kuljetustarkastuksin ja asiakirjatar- kastuksin. Laitoksissa STUK tarkastaa, vastaa- vatko ydinmateriaalien määrä ja fyysinen sijainti kirjanpitoa. STUK tarkastaa laitosten ydinmateriaalivalvontaa koskevat asiakirjat: raportit, ilmoitukset ja ydinmateriaalivalvontakäsikirjat sekä myöntää ydinmateriaalivalvonnan edellyttämät luvat. Lisäksi STUK hoitaa kansainvälisten tarkastajien hyväksyntään liittyvät toimet ja toimit- taan IAEA:lle valvontasopimuksen lisäpöytäkirjan edellyttämät Suomea ja Suomen laitoksia koske- vat ilmoitukset.

**Taulukko 6.** Ydinainemäärät Suomessa 31.12.2007.

Paikka	Luonnonuraani kg	Rikastettu uraani kg	Köyhdytetty uraani kg	Plutonium kg	Torium kg
Loviisan laitos	–	510 970	–	4 218	–
Olkiluoto 1	–	186 894	–	762	–
Olkiluoto 2	–	191 143	–	845	–
Olkiluoto, käytetyn polttoaineen varasto (KPA)	–	960 786	–	7 983	–
VTT / FIR 1 -tutkimusreaktori	1 511	60	0,002	–	–
OMG Kokkola Chemicals	1 486	–	–	–	–
Säteilyturvakeskus	44,7	1,4	857	0,003	2,5
HY radiokemian laboratorio	40,4	0,3	20	0,003	2,5
Muut laitokset	~0	~0	~817	~0	–

Suomessa olevan ydinaineen määrät laitoksittain ja ydinaineluokittain ovat taulukossa 6. STUKin myöntämät ydinenergiain mukaiset luvat on lueteltu liitteessä 4.

## 6.1 Ydinmateriaalivalvonnan tarkastustoiminta ja tulokset 2007

### Luvat ja hyväksynnät

Vuonna 2007 STUK myönsi TVO:lle 10 ydinmateriaalien maahantuontilupaa ja yhden maastavientiluvan sekä Fortumille vastaavasti 3 tuontilupaa ja yhden vientiluvan. Lisäksi Valtion teknilliselle tutkimuskeskukselle (VTT) myönnettiin luvat tietoaaineiston ja ydinaineen vientiin. STUK antoi KTM:lle 2 lupahakemuksiin liittyvää lausuntoa, joista toinen koski laitteiston vientiä ja toinen ydinaineen tuontia.

Vuonna 2007 STUK myönsi yhden kuljetusluvan tuoreen ydinpolttoaineen kuljettamiselle ja hyväksyi neljä tuoreen ydinpolttoaineen kuljetussuunnitelmaa. Tuoretta polttoainetta tuotiin Suomen ydinvoimalaitoksille Ruotsista, Espanjasta ja Venäjältä.

Vuonna 2007 STUK hyväksyi Loviisan laitoksen päivitetyn ydinmateriaalikäsikirjan, toisen Loviisan laitoksen ydinmateriaalivalvonnasta huolehtivan henkilön, Helsingin yliopiston radiokemian laitoksen vastuullisen johtajan uuden varamiehen ja Jyväskylän yliopiston fysiikan laitoksen kiihdytinlaboratorion uuden vastuullisen johtajan.

Vuoden 2007 aikana STUK hyväksyi Suomeen 9 uutta Euratomin ja 28 uutta IAEA:n tarkastajaa.

### Valvontasopimuksen lisäpöytäkirjan edellyttämät ilmoitukset toimitettiin oikein ja ajoissa

Suomea koskevia lisäpöytäkirjan edellyttämiä ilmoituksia oli vuonna 2007 yhteensä 18 ja ne kaikki toimitettiin lisäpöytäkirjassa annettujen aikarajojen puitteissa. STUK toimitti IAEA:lle vuosittaiset ilmoitukset, joista merkittävimpiä ovat laitosaluiden kuvaukset. Lisäksi STUK lähetti IAEA:lle lisäpöytäkirjan mukaisista vienneistä tiedot neljännesvuosittain. Euratom toimitti IAEA:lle vastuullaan olevat Suomea koskevat ilmoitukset.

### Ydinmateriaalien valvonta oli Suomessa hyvällä tolalla

Vuonna 2007 STUK ydinmateriaalivalvonta kohdistui uudistuneen kansainvälisen ydinmateriaalivalvonnan velvoitteiden ja tavoitteiden mukaisesti sekä tunnettujen luvan haltijoiden toimien tarkastamiseen että koko maata koskevan mahdollisesti ilmoittamatta jääneen toiminnan valvonnan aloittamiseen.

Ydinmateriaalien valvonnan teknisillä analyysimenetelmillä osaltaan varmennetaan sitä, että ydinaineet ja toiminnot ovat ilmoitusten mukaisia ja ettei ilmoittamattomia toimintoja ole. Niiden avulla STUK tutkii, mitä aineet ovat ja että laitosten ilmoittamat ydinaineita koskevat tiedot, esimerkiksi uraanin rikastusaste, polttoaineen palama ja jäähdytysaika, ovat oikeita ja täydellisiä. Käytettävät menetelmät ovat ainetta rikkomattomat mittaukset, joilla STUK verifioi käytettyä polttoainetta, ja ympäristönäytteet.

Kaikki ydinaineet jättävät jälkiä siitä, mitä ne ovat, mistä ne ovat peräisin ja mitä niille on tehty. Ydinmateriaalivalvonnan ympäristönäytteillä tutkitaan näitä jälkiä; ne tuovat lisäselvyyttä siihen, ovatko ydinainetoiminnot ilmoitusten mukaisia. Näytteet kerätään ydinaineen käsittelypaikalla olevilta pinnoilta pyyhkäisyinäytteinä.

Tarkastustoiminnan tulokset vuonna 2007 osoittavat, että Suomessa ydinmateriaalivalvonta on hoidettu hyvin. Ilmoitusten vastaisia materiaaleja tai toimintoja ei havaittu, ja tarkastetut materiaalit ja toiminnot vastasivat laitosten ilmoituksia. STUK antoi tarkastuksissaan 2007 huomautuksia kahdelle toiminnanharjoittajalle, ja edellytti näiltä raportoinnin ja menetelmäkuvausten täsmentämistä. IAEA:lla tai Euratomilla ei ollut tarkastuksilla mitään huomautettavaa. Kaikki laitokset toimivat siten, että STUKilla oli omalta osaltaan mahdollista toteuttaa Suomen solmimien kansainvälisten ydinalan sopimusten velvoitteet.

Vuonna 2007 STUK teki Suomen ydinvoimalaitoksissa 27 ydinmateriaalitarkastusta, Loviisassa 10 ja Olkiluodossa 17. Euratom osallistui näistä 20 ja IAEA 21 tarkastukseen. Vuonna 2007 STUK todensi ainetta rikkomattomin mittauksin Olkiluodon voimalaitoksella 227 käytettyä polttoaineenippua ja kaksi sauvakoteloa, sekä Loviisan voimalaitoksella 253 käytettyä polttoaineenippua.

Vuonna 2007 STUK keräsi 2 pyyhkäisyäytettä ja lähetti analysoitavaksi 6 vuonna 2006 kerättyä näytettä.

STUK tarkasti lisäksi vuonna 2007 Loviisan tuoreen polttoaineen kuljetuksen.

STUK, IAEA ja Euratom tekivät vuonna 2007 yhden yhteisen ydinaineinventaarin tarkastuksen VTT:n FiR 1-tutkimusreaktoriin, jossa STUK huomautti VTT:tä kirjanpito- ja raportointijärjestelmän puutteista. Seurantatarkastuksessa STUK totesi ne asianmukaisesti korjatuiksi. STUK tarkasti VTT:n ydinmateriaalivalvontakäsikirjan päivityksen. STUK, IAEA ja Euratom tekivät vuonna 2007 tarkastuksen STUKissa, Helsingin yliopiston radiokemian laboratoriossa ja OMG Kokkola Chemicalsilla sekä lisäpöytäkirjan mukaiset täydentävät tarkastuskäynnit Jyväskylän yliopistolla 6.6.2007 ja Metson toimipisteessä Tampereella 27.9.2007.

## Onkalon ydinmateriaalivalvonta

STUK on velvoittanut loppusijoitusta suunnittelevan ja toteuttavan Posiva Oy:n huolehtimaan ydinsulkuvalvonnan toteuttamisesta jo Onkalon rakentamisen aikana, sillä loppusijoituslaitoksen maanalaisesta tutkimustilasta (Onkalo) on tarkoitus tulla osa loppusijoituslaitosta. Velvoitteella pyritään siihen, että loppusijoituslaitoksesta on aikanaan olemassa kaikki tarvittava tieto ja voidaan osoittaa, että ilmoittamattomia ydinsulkuvalvonnan kannalta merkittäviä toimintoja ei loppusijoitusalueella ole. Tavoitteena on myös, että IAEA voi vakuuttua Suomen kyvystä toteuttaa riittävä valvonta ja suunnitella omat tulevat valvonta- ja tarkastusmenettelynsä kustannustehokkaiksi. Ydinpolttoaineen loppusijoittaminen maanalaisiin tiloihin asettaa uudenlaisia haasteita ydinmateriaalivalvonnan suunnittelulle ja toteuttamiselle, koska ydinainetta ei enää kapseloinnin jälkeen ole käytännössä mahdollista todentaa.

STUK teki vuonna 2007 Onkalon työmaalla 4 ydinsulkuvalvontatarkastusta varmistuakseen siitä, että maanalaiset tilat vastaavat ilmoitettua. Näistä 3 olivat normaaleja määräaikaistarkastuksia ja yksi oli järjestetty IAEA:n ja Euratomin tekniselle vierailulle järjestöjen edustajien perehdyttämiseksi Posivan ja STUKin ydinsulkuvalvontaan. STUK tarkasti vuonna 2007 myös Posivan ydinsulkujärjestelmän ja kehotti Posivaa päivittämään ydinsulkuvalvonnan menettelyt ydinsulkukäsikirjaansa. IAEA osallistui tarkkailijana yhteensä 3:lle ja Euratom 2:lle Onkalon tarkastukselle vuonna 2007.

STUK ja Posiva järjestivät EU:n JRC Ispralle tilaisuuden suorittaa maanalaisten tilojen kuvaus digitaalisella laserkeilaimella. Tuloksia verrattiin Posivan omiin mittauksiin, minkä tuloksena STUK sai riippumattoman todennuksen kalliotiloista. STUK toimitti loppusijoitustilojen maanalaisen tutkimustilan rakentamisen valvonnan osalta vuosiyhteenvedon IAEA:lle ja Euratomille 23.4.2007 sekä ilmoitti hankkeesta osana lisäpöytäkirjan mukaista valvontaa.

## STUK valvoi ydinalan tuotteiden siirtoja

Vuonna 2007 ydinaineiden ja sensitiivisen ydinteknologian leviämisen estämiseksi STUK valvoi

ydinalan tuotteiden siirtoja sekä antoi asiantuntija-apua Tullille, Poliisille ja muille viranomaisille. Ydinalan tuotteiden tuonti ja vienti edellyttävät joko STUKin tai KTM:n myöntämää lupaa. Ydinainekuljetuksiin tarvitaan STUKin lupa ja STUKin hyväksymä kuljetussuunnitelma. Rajavalvontaan STUK osallistui antamalla asiantuntija-apua Tullin säteilymonitoreissa havaittujen poikkeavien tapahtumien edellyttämissä toimenpiteissä ja rajojen säteilyvalvonnan kehittämisessä, kuten laitehankinnoissa.

Rajojen säteilyvalvonnan poikkeavista havainnoista vuonna 2007 yksi liittyi ydinaineisiin: Suomeen toimitettiin keräysmetallilastin seassa kappale köyhdytettyä uraania. Uraani toimitettiin STUKiin, ja otettiin ydinmateriaalikirjanpitoon.

## 6.2 Ydinkoekiellon valvonta

Kattava ydinkoekieltosopimus kieltää kaikki ydinkokeet. Sopimus on avattu allekirjoitettavaksi vuonna 1996 ja se astuu voimaan, kun 44 erikseen nimettyä valtiota ovat ratifioineet sen. Suomi ratifioi sopimuksen vuonna 1999. Sopimuksen noudattamista valvotaan maailmanlaajuisella havaintoasemien verkolla, johon tulee kuulumaan 321 mittausasemaa. Näistä 80 havaitsee ilmakehän radioaktiivisia hiukkasia, ja 40 pystyy havaitsemaan myös radioaktiivista ksenonkaasua. Havaintoasemien mittaukselliset tulokset ovat kaikkien jäsenvaltioiden käytettävissä.

Sopimuksen voimaantuloa valmistelee erityinen valmisteleva toimikunta, joka kokoontuu Wienissä. Toimikunnassa on edustus kaikista allekirjoittajavaltioista. Wienissä toimii myös väliai-

kainen tekninen sihteeristö, joka mm. rakennuttaa ja ylläpitää maailmanlaajuisia havaintoasemien verkkoa.

Ydinkoekieltosopimukseen perustuva, STUKin yhteydessä toimiva kansallinen tietokeskus osallistui sopimuksen valmistelutoimikunnan tehtäviin kustannustehokkaan ja Suomen kannalta toimivan organisaation rakentamiseksi. Tietokeskuksen omaan rutiinivalvontaan käytetty automaattinen analyysiohjelmisto analysoi vuoden 2007 loppupuolella keskimäärin noin 600 gammaspektriä päivässä, mikä on melkein 20 % lisäys edelliseen vuoteen. Lisääntyvä analyysimäärä johtuu siitä, että kansainvälisen ydinkoekiello-organisaation mittausasemaverkkoon rakennetaan vielä uusia asemia. Rutiinivalvontaa helpottaa hälytysjärjestelmä, joka välittää tiedot poikkeavista havainnoista tietokeskuksen henkilökunnalle. Tietokeskus ei havainnut ydinkoekiellon valvonnan kannalta merkityksellisiä poikkeavia ilman radioaktiivisuuspitoisuuksia vuoden 2007 aikana.

Vuoden 2007 aikana kehitettiin tietokeskuksessa myös ksenonkaasumittausten analysointiin tarvittavat ohjelmistot. Ydinkoekiello-organisaation ksenonkaasuasemaverkko kehittyy nopeasti ja esimerkiksi Pohjois-Korean vuonna 2006 tekemä ydinkoe pystyttiin todentamaan ksenonkaasumittausten avulla.

Tietokeskus vastaanotti 20.8.2007 ja 29.10.2007 Seismologian laitokselta lähetetyt ilmoitukset poikkeavista seismisistä tapauksista Kuolan niemimaalla. Tietokeskus osallistui molempien tapausten selvittelyyn. Kumpikaan tapaus ei viitannut ydinräjähdykseen.

## 7 Turvallisuustutkimus

Turvallisuustutkimuksella varmistetaan, että viranomaisen käytettävissä on riittävästi asiantuntemusta myös ennakoimattomissa ydinlaitosten turvallisuuteen vaikuttavissa asioissa. Julkisrahoitteinen turvallisuustutkimus jakautuu kahteen tutkimusohjelmaan, joista SAFIR2010 keskittyy ydinvoimalaitosten turvallisuuskysymyksiin ja KYT2010 ydinjätehuollon strategiaan selvityksiin. Tutkimusohjelmien hankkeet valitaan vuosittain julkisen hankekuulutuksen perustella. Ohjelmiin valittavien hankkeiden on oltava tieteellisesti korkeatasoisia ja niiden tulosten on oltava julkaistavissa. Tulosten käytettävyys ei saa rajoittua vain yhden luvanhaltijan ydinlaitokseen. STUK ohjaa tutkimusta osallistumalla ohjelmien johto- ja tukiryhmien työskentelyyn. KTM varmistaa vuosittain sen, että esitetty hankekokonaisuus täyttää lain vaatimukset ja STUKin ydinturvallisuuteen liittyvät tutkimustarpeet. STUK antoi lausuntonsa julkisrahoitteisesta SAFIR2010 -tutkimusohjelman hankekokonaisuudesta vuodelle 2007 tammikuussa ja KYT2010 -ohjelmasta vastaavasti helmikuussa.

SAFIR2010 -tutkimusohjelman edeltäjän nelivuotisen SAFIR -tutkimusohjelman päätösseminaari pidettiin tammikuussa. Samalla aloitettiin uusi nelivuotinen tutkimusohjelma SAFIR2010, joka pääpiirteissään vastaa edeltäjäänsä. Uuden ohjelman ydinalueita ovat reaktorifysiikka ja polttoaine, reaktoripiirin eheys, termohydrauliikka sekä onnettomuusanalyysit. Hieman pienemmällä panoksella tutkimuskohteina ovat ihminen ja organisaatio, automaatio ja valvomo sekä todennäköisyysperustaisen riskianalyysin käyttö turvallisuuden hallinnassa ja valvonnassa. Uutena piirteenä ohjelmassa on rakennusteknisten tutkimusten keskittäminen omaksi tutkimusalueekseen. Vuonna 2007 SAFIR201 -tutkimusohjelman kokonaisrahoitus oli 6,3 milj. €, mikä on noin puolet Suomessa tehtävästä ydinvoimalaitosten turvallisuustutkimuksesta. Tutkimusohjelmassa rahoitettiin 30 eri tutkimusalueelle sijoittuvaa tut-

### *Ydinturvallisuustutkimus Suomessa*

*Suomessa ydinenergiatutkimusta tekevät tutkimuslaitokset, yliopistot ja ydinenergiaa käyttävät voimayhtiöt. Karkeasti ottaen ydinturvallisuustutkimuksen voi jakaa voimalaitosten ydinturvallisuustutkimukseen ja ydinjätehuollon tutkimukseen.*

*Tällä hetkellä Suomessa käynnissä olevat julkiset ydinturvallisuuteen liittyvät tutkimusohjelmat ovat ydinvoimalaitosten turvallisuustutkimusohjelma SAFIR2010 (2007–2010) ja kansallisen ydinjätehuollon tutkimusohjelma KYT2010 (2006–2010)*

*Ohjelmien tavoitteena on paitsi tuottaa tieteellisiä ja teknisiä tuloksia, myös varmistaa suomalaisen osaamisen säilyminen ja kehittyminen. Työ- ja elinkeinoministeriö\* kertoo hankkeista Internet-sivuillaan ([www.tem.fi](http://www.tem.fi)).*

*Suomalaiset toimijat osallistuvat laajasti kansainväliseen ydinturvallisuustutkimukseen. Tutkimukseen osallistutaan seuraavien ohjelmien ja järjestöjen puitteissa: Euroopan unionin tutkimuksen puiteohjelmat (sekä fissio- että fuusiotutkimusta), pohjoismainen turvallisuustutkimusohjelma NKS, teollistuneiden maiden yhteistyöjärjestön OECD:n ydinenergiajärjestö NEA:n (Nuclear Energy Agency) ja YK-perheeseen kuuluvan IAEA (International Atomic Energy Agency).*

*Suomessa on myös alustavasti kartoitettu uuden sukupolven GEN4 tyyppisten reaktoreiden tekniikkaan, turvallisuuteen ja talouteen liittyvä kysymyksiä. GEN4 tutkimusta rahoitetaan Suomen Akatemian vuoden 2008 alusta alkavasta nelivuotisessa Sustainable Energy (SusEn) -tutkimusohjelmassa. Neljännen sukupolven reaktorit ovat osa energiateknologioiden tutkimusta.*

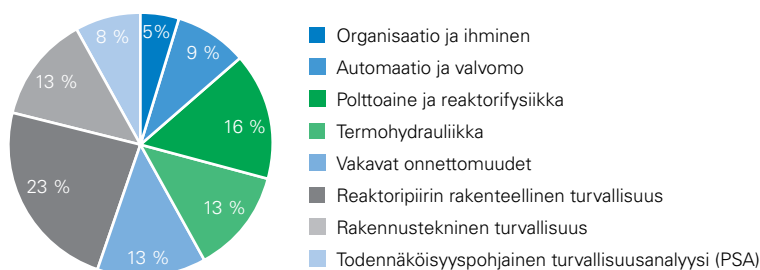
\* Kauppa- ja teollisuusministeriön nimi muuttui vuoden 2008 alusta Työ- ja elinkeinoministeriöksi

kimusprojektia. Kuvassa 12 on esitetty SAFIR2010 tutkimusalueet ja niiden suhteellinen osuus kokonaisrahoituksesta.

Turvallisuustutkimusohjelma tukee nykyisten voimalaitosten turvallista käyttöä ja samalla sillä valmistaudutaan uusiin laitoksiin. Tutkimusohjelmassa syntyneitä asiantuntemusta on hyödynnetty mm. vuonna 2007 tehdyissä Loviisan käyttöluvan jatkamiseen liittyvissä selvityksissä ja arvioitaessa uuden rakenteilla olevan laitoksen turvallisuutta. Asiantuntijoita, laskentamenetelmiä ja koelaitteita on käytetty muun muassa ikääntymisenhallintaan liittyvissä kysymyksissä ja onnettomuusanalyysien arvioinnissa sekä

erityisesti uuden laitoksen osalta reaktoripiirin putkien laadun ja valmistusmenetelmien arvioinnissa, kaapeleiden palonkestävyyden arvioinnissa sekä lentokonetörmäysten vaatimusten varmistamisessa.

KYT-ohjelmaan vuodelle 2007 saatiin 20 hake-  
musta, joista 18 hyväksyttiin. Näistä 13 oli jatkoa edellisen vuoden työlle. Ohjelman kokonaisvolyy-  
mi v. 2007 oli 1,2 milj. € ja se jakaantui neljään pääalueeseen: Strategiset selvitykset (3 projektia), tekniset esteet (5), kallioperä ja pohjavesi (4) sekä radionuklidien vapautuminen ja kulkeutuminen (6). Kuvassa 13 on esitetty näiden suhteelliset osuudet kokonaisrahoituksesta.



**Kuva 12.** Ydinvoimalaitosten turvallisuutta koskevien tutkimusten ja toimeksiantojen kustannukset.



**Kuva 13.** Ydinjätehuoltoa ja ydinsulkuvalvontaa koskevien tutkimusten ja toimeksiantojen kustannukset.



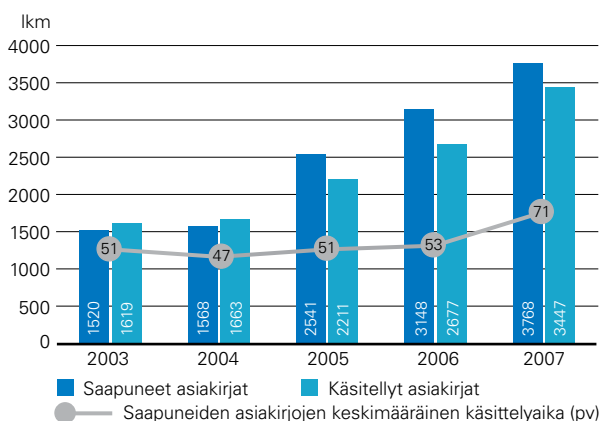
## 8 Ydinlaitosten valvonta ja valvonnan kehittäminen

### 8.1 Prosessit ja rakenteet

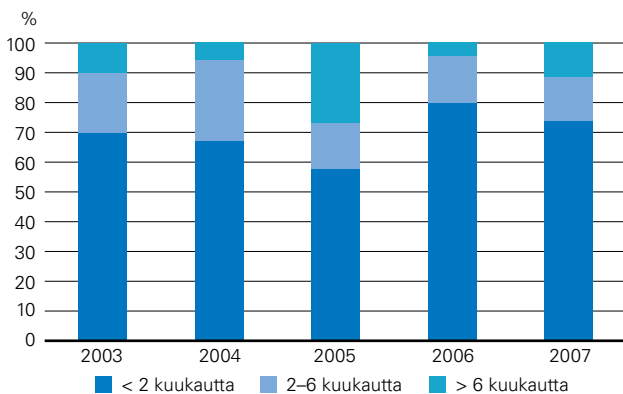
#### 8.1.1 Asiakirjojen käsittely

Vuonna 2007 STUKille toimitettiin käsiteltäväksi kaikkiaan 3770 asiakirjaa, näistä 1969 oli rakenteilla olevaa ydinvoimalaitosta koskevia ja 62 käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen liittyviä. Asiakirjojen tarkastuksia saatiin päätökseen 3447. Lukuun sisältyvät sekä vuonna 2007 että aiem-

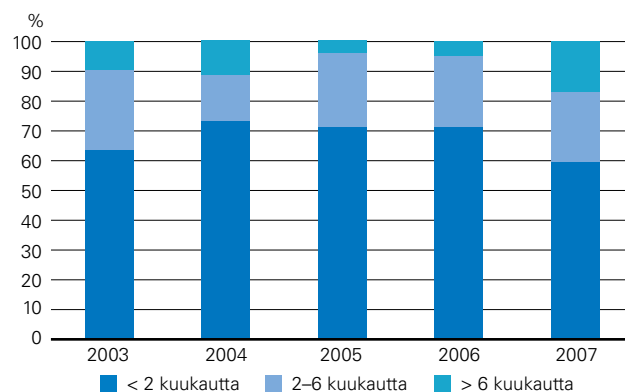
min toimitetut asiakirjat sekä STUKin myöntämät ydinenergialain mukaiset luvat, jotka luetellaan liitteessä 4. Asiakirjojen keskimääräinen käsittelyaika oli 71 päivää. Asiakirjojen lukumäärät ja keskimääräinen käsittelyaika vuosina 2003–2007 esitetään kuvassa 14. Kuvissa 15, 16 ja 17 esitetään hyväksymiskäsittelyssä olleiden eri laitostyöyksiköitä koskevien asiakirjojen käsittelyaikajakaumat.



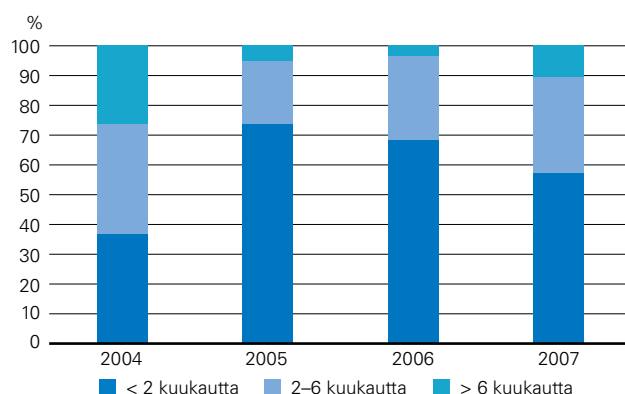
**Kuva 14.** Saapuneiden ja käsiteltyjen asiakirjojen lukumäärät sekä keskimääräinen asiakirja-aineiston käsittelyaika.



**Kuva 16.** Olkiluodon laitostyöyksiköitä koskevien päätösten valmisteluajajakaumat.



**Kuva 15.** Loviisan laitostyöyksiköitä koskevien päätösten valmisteluajajakaumat.



**Kuva 17.** Olkiluoto 3:a koskevien päätösten valmisteluajajakaumat.

## 8.1.2 Ydinvoimalaitospaikoilla ja toimittajien luona tehdyt tarkastukset

### Käytön tarkastusohjelmat

Vuoden 2007 käytön tarkastusohjelmaan (liite 5) suunniteltiin Loviisan laitokselle yhteensä 23 tarkastusta ja Olkiluodon laitokselle yhteensä 20 tarkastusta. Vuoden kuluessa todettiin, että STUKilla ei ole resursseja tehdä kaikkia tarkastuksia ja siksi 4 Loviisan laitoksen ja 5 Olkiluodon laitoksen tarkastusta päätettiin jättää tekemättä. Lisäksi siirrettiin yhteensä 4 tarkastusta aikataulujen sovittamisen johdosta vuoden 2008 alkuun. Olkiluodon laitokselle tehtiin kaksi ylimääräistä tarkastusta, jotka koskivat organisaatiomuutosten toteuttamista ja reaktorifysiikkatoimiston henkilöstöresursseja. Havainnot esitetään valvonnasta kertovissa luvuissa.

Vuonna 2007 STUK teki 11 Olkiluoto 3:n rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman (liite 6) tarkastusta. Lisäksi STUK arvioi rakennusprojektin työmaavalvontaa erillisessä tarkastuksessa. Rakenteilla olevan laitoksen paloturvallisuutta sekä turva- ja valmiusjärjestelyitä arvioitiin Olkiluodon käyvien laitosten käytön tarkastusohjelman tarkastuksissa.

### Onkalon rakentamisen aikainen tarkastusohjelma

Vuonna 2007 STUK teki 6 Olkiluodon maanalaisen tutkimustilan (Onkalo) rakentamisen tarkastusohjelman mukaista tarkastusta, joihin käytettiin yhteensä 20 henkilötyöpäivää. Yksi tarkastus siirtyi vuodelle 2008. Lisäksi STUK teki 12 teknistä työmaatarkastusta ja osallistui yhdeksään Posivan ja STUKin väliseen seurantakokoukseen. Näihin lukuihin ei sisälly ydinsulkuvalvonnan 4 tarkastusta, jotka on mainittu luvussa 6.

### Muut tarkastukset laitospaikoilla

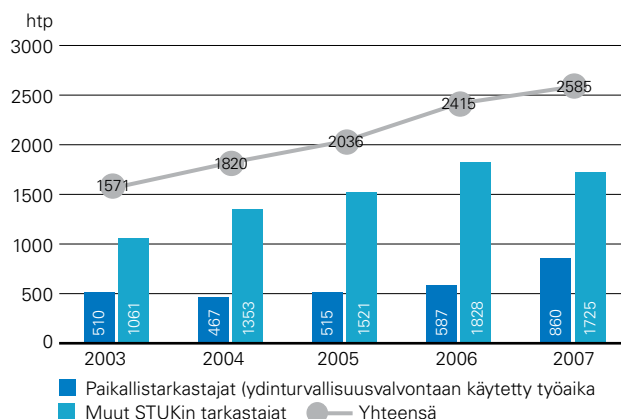
Laitospaikalla tai toimittajien luona tehtiin vuonna 2007 yhteensä 973 tarkastusta (muut kuin käytön tai rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman tarkastukset, ydinmateriaalivalvonnan tarkastukset ja Olkiluodon maanalaisen tutkimustilan rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman tarkastukset, joista kerrotaan erikseen). Yksi tarkastus muodostuu yhdestä tai useammasta osatarkastuksesta kuten tulosaineiston tarkastuksesta, laitteen tai rakenteen tarkastuksesta, paine- tai tiiveysko-

keesta, toimintakokeesta tai käyttöönottotarkastuksesta. Tarkastuksista 433 kuului rakenteilla olevan laitoksen valvontaan ja 540 käytössä olevien laitosten valvontaan. Valvonnan kohdetta koskevat asiakirjat käsitellään ennen laitospaikalla tehtäviä tarkastuksia.

Laitospaikoilla ja laitteiden valmistajien luona normaalina työaikana tehtyjä tarkastuspäiviä oli kaikkiaan 2321. Luku sisältää ydinvoimalaitosten turvallisuuteen kohdistuneiden tarkastusten lisäksi ydinjätehuollon ja ydinmateriaalien tarkastukset ja Olkiluodon maanalaisen tutkimustilan valvontakäynnit ja tarkastukset. Tämän lisäksi normaalin työajan ulkopuolella tehtiin käytössä olevilla ydinvoimalaitoksilla yhteensä 199 tarkastuspäivää lähinnä vuosihuoltoseisokkien aikana ja rakenteilla olevalla laitoksella 58 tarkastuspäivää. Tarkastuspäivien lukumäärää on nostanut uuden ydinvoimalaitoksen rakentamiseen liittyvät tarkastukset. Olkiluodon ydinvoimalaitoksella työskenteli 4 paikallistarkastajaa. Loviisan laitoksella on yksi paikallistarkastaja. Laitospaikalla tehtyjen tarkastuspäivien lukumäärät vuosilta 2003–2007 esitetään kuvassa 18.

## 8.1.3 Oman toiminnan kehittäminen

Oman toiminnan kehittämisessä painopistealueina olivat ydinturvallisuuden liittyvien prosessien määrittelyn ja laatuksikirjauudistuksen loppuunsaattaminen. Vuonna 2007 käynnistettiin ydinjätteiden valvontaan liittyvien prosessien läpikäynti ja tehtiin suunnitelma ydinmateriaali- ja ydinjätehuollon valvontaa koskevan ohjeiston uudistamiseksi. Kaksi uutta ohjetta hyväksyttiin ja ne käsittelevät käytetyn polttoaineen loppusijoitushankkeen valvonta yleisesti sekä Onkalon ra-



Kuva 18. Ydinvoimalaitospaikoilla ja laitevalmistajien luona tehtyjen tarkastuspäivien lukumäärät.

kentamista ja rakentamisen tarkastusohjelmaa. Kokonaisuudessaan on tarkoitus päivittää kaikki vanhat ohjeet ja kirjoittaa seitsemän uutta ohjetta. Myös yksi ydinmateriaalivalvontaan liittyvä uusi ohje hyväksyttiin ja kaksi muuta ohjetta päivitettiin. Uusi ohje käsittelee IAEA:n lisäpöytäkirjan edellyttämää ydinmateriaalien valvontaa.

Voimayhtiöiltä kerätyn palautteen perusteella myös tarkastajien toiminnan yhtenäisyyttä parannettiin. Yhtenä keinona yhtenäisyyden lisäämiseksi uudistettiin tarkastusohjelmien sisältöjä. Organisaatioiden valvonnassa muokattiin valvontakäytäntöjä sen jälkeen kun valvontaan oli saatu lisää voimavaroja.

Vuonna 2007 KPMG teki ydinvoimalaitosten valvontaprosessin sisäisen valvonnan tarkastuksen. KPMG:n tarkastuksen rinnalla kaksi ulkopuolista asiantuntijaa teki oman arvionsa ydinvoimalaitosten valvontaprosessista. Tällä arvioinnilla täydennettiin KPMG:n tekemää tarkastusta. KPMG:n tarkastuksen tavoitteena oli arvioida sisäisen valvonnan toimivuutta ydinvoimalaitosten valvonnan keskeisissä prosesseissa. Arvioitavat prosessit olivat lupamenettely, ohjeistuksen laadinta, ydinvoimalaitosten käyttötoiminnan ja rakentamisen tarkastukset sekä osaston päätöksentekoprosessi. Myönteisenä havaintona KPMG totesi mm. henkilöstön motivoituneisuuden ja ammattitaidon. Tarkastuksessa tehtiin kaikkiaan 9 havaintoa, joiden perusteella KPMG antoi suosituksia. Havainnoista 2 luokiteltiin merkittäväksi ja muut tärkeiksi. Merkittävät havainnot liittyivät riskien tunnistamiseen ja hallintaan sekä resurssien hallintaan. Annettujen suositusten perusteella sovittiin vuonna 2008 toteutettavista kehittämis-toimenpiteistä. Ulkopuolisten asiantuntijoiden havainnot olivat hyvin samantapaisia kuin KPMG:n tekemät havainnot.

### **Vuorovaikutteiset ryhmät tehostavat ydinjätetoimiston työtä**

Ydinjätetoimiston työ organisoitiin uudelleen vuoden 2007 alusta. Posiva Oy:n käytetyn ydinpolttolaitteen loppusijoituslaitosprojekti on vaativa valvottava, jossa tehdään monia asioita ensimmäisenä maailmassa. Posivan organisaatio ja sen tuottama hankkeen turvallisuuteen liittyvä aineisto on laajentunut nopeasti viime vuosina ja aikataulu vuoden 2012 lopussa odotettavaan rakentamislupahakemukseen on tiukka. Samaan aikaan maan-

alaisen tutkimustilan, Onkalon, rakentaminen etenee kohti turvallisuuden kannalta tärkeää loppusijoitusyvyvyyttä.

Nämä seikat olivat taustana uusien asiantuntijoiden palkkaamiselle ja organisaatiomuutokselle ydinjätetoimistossa. Loppusijoitushankkeen valvonnassa useiden eri tekniikan ja tieteenalojen asiantuntijoiden täytyy toimia saumattomasti yhdessä. Toimistoon muodostettiin viisi tehtävä-/asiantuntemusalueen mukaista ryhmää:

- Loppusijoitusteknologia, jonka päätehtävänä on arvioida, voidaanko tekninen vapautumisetjärjestelmä (polttoainematriisi, kapseli, bentoniittipuskuri ja täyte- sekä sulkurakenteet) rakentaa suunnitteluperusteiden mukaisesti ja säilyttääkö se pitkäaikaisen toimintakykynsä.
- Loppusijoituspaikka, jonka päätehtävänä on arvioida ja valvoa, ovatko kallioperäolosuhteet loppusijoitusyvyvyydellä suunnitteluperusteiden mukaiset ja säilyvätkö ne sellaisina loppusijoituslaitoksen rakentamisen ja käytön sekä pitkän aikavälin ilmastomuutosten vaikutukset huomioonottaen.
- Turvallisuuden arviointi, jonka päätehtävänä on arvioida loppusijoituksen turvallisuusperusteita sen toteamiseksi, onko turvallisuudesta hankittu riittävä varmuus, kuinka epävarmuuksia hallitaan ja mitkä ovat olennaisimmat lisätutkimustarpeet.
- Käytön valvonta, jonka päätehtävänä on valvoa käytössä olevien ydinvoimalaitosten ydinjätehuoltoa ja kuinka se toimeenpannaan.
- Rakentamisen valvonta, jonka tehtävänä on hoitaa kaikkien ydinjätelaitosten laitosten suunnittelun, laajennusten, rakentamisen ja käyttöönoton valvonta. ONKALO on merkittävien rakenteilla oleva ydinjätelaitos. Rakentamisen valvonta toteutetaan yleensä projektina.

Ryhmillä on vetäjä ja toimistolainen kuuluu useampaan kuin yhteen ryhmään. Tähänastisen kokemuksen mukaan uusi organisaatiomalli on lisännyt itseohjautuvuutta, parantanut tietämyksen jakamista ja lisännyt yhteistyötä ja työn tehokkuutta toimistossa.

### **Turvajärjestelyryhmä lisää yhteistyötä STUKin sisällä**

Vuonna 2007 STUKiin perustettiin sisäinen ryhmä, jonka tavoitteena on varmistaa, että

STUKin toiminta ydinmateriaaleihin tai radioaktiivisiin aineisiin liittyvien lainvastaisten toimien estämisessä on mahdollisimman tehokasta. Turvajärjestelyryhmän tarkoitus on tehostaa yhteistyötä STUKin sisällä, valmistella ohjeita ja sopia työnjaosta eri yksiköiden kesken. Lisäksi ryhmä pyrkii vaikuttamaan siihen, että ydinmateriaalien ja säteilylähteiden turvajärjestelyt toiminnan harjoittajilla ovat asianmukaisessa kunnossa.

Ydinaineiden ja muiden radioaktiivisten aineiden kuljetusten valvonta jaettiin kahdelle eri henkilölle, joista toinen keskittyi ydinalan kuljetuksiin ja toinen muihin radioaktiivisten aineiden kuljetuksiin.

### **STUKin omaa kansainvälistä käyttökokemustoimintaa kehitetään**

STUKin oma kansainvälinen käyttökokemustoiminta organisoiitiin uudelleen ja sen menettelyjä kehitettiin toiminnan tehostamiseksi kansallisella tasolla ja tukemaan kansainvälisen käyttökokemustoiminnan kehitysajatuksia. Koordinointi ja ylläpito siirrettiin YTON johdon tukeen, jossa sitä johtaa YTON apulaisjohtaja. Kansainvälisen käyttökokemustoiminnan ryhmä (nk. IRS-ryhmä), johon vuonna 2007 nimettiin edustajat YTO:n kaikista asiantuntijatoimistoista, arvioi IAEA:n kautta saadut IRS-raportoidut tapahtumat ja niistä saatuja oppeja Suomen ydinvoimalaitosten kannalta. Arvioinnin tulokset perusteluineen kirjattiin STUKin IRS-tietokantaan, mitä kehitettiin vastaamaan paremmin omia tarpeita. Tietokantaan kirjattiin systemaattisesti, miten kunkin IRS-raportin suhteen toimittiin ja tietokantaan lisättiin kenttä englanninkieliselle palauteraportille, joka tehdään sellaisista tapahtumista, joiden perusteella on päätetty edellyttää toimenpiteitä Suomen laitoksilta tai on todettu hyvä suomalainen käytäntö. IAEA:n ja NEA:n IRS-raporttien pohjalta yhteistyössä julkaisemien yhteenvetoraporttien (Topical Reports, Blue Books) hyödyntäminen tapahtuu myös IRS-ryhmän kautta.

### **Tunnuslukujen tietojärjestelmä kehitetään rinnakkain hyötykäytön kanssa**

Ydinvoimalaitosten valvonnassa käytettävien tunnuslukujen ylläpidossa ja raportoinnissa on käytetty vuodesta 2006 alusta lähtien INDI-tietojärjestelmää. Järjestelmää kehitettiin rinnakkain sen

hyötykäytön kanssa. Vuoden 2007 aikana luotiin mm. neljännesvuosi- ja vuosiraporttipohjat sekä tehtiin alun perin englanninkielisestä ohjelmistosta suomenkielinen käännös.

Tunnuslukujärjestelmään määriteltiin uusia polttoaineen tiiviyttä sekä ydinvoimalaitosten onnettomuusriskiä koskevia tunnuslukuja. Ohjelmiston käyttöoikeuksia laajennettiin, siitä laadittiin käyttöohje ja uusille käyttäjille järjestettiin koulutusta.

STUKissa tehtiin aiheeseen liittyvä lisensiaattityö, teoriaosuudessa kehitettyjä ja testattuja menetelmiä käytettiin STUKin ydinlaitosturvallisuuden tunnuslukujen analysoimiseen. Tuloksia voidaan jatkossa hyödyntää tunnuslukujen trendianalyysseissa.

### **Asianhallinnan kehittäminen**

Monivuotinen hanke koko STUKin kattavan asianhallintaratkaisun kehittämiseksi jatkui. Tavoitteena on, että Affecto-Genimap Oy:n toimittama RM (Records Management) -järjestelmä korvaa jatkossa STUKin nykyiset erillisdiaarit ja rekisterit. Uusi järjestelmä mahdollistaa myös STUKin sisäisen, sähköisen asianhallinnan (työnkulku). Järjestelmässä on alustavasti varauduttu myös ulkoisten asiakkaiden kanssa tapahtuvaan sähköiseen asiointiin. Asianhallintaratkaisun käyttöönotto edellyttää lisäksi, että STUKin arkistonmuodostussuunnitelma (AMS) tarkistetaan ja saatetaan ajan tasalle.

### **Sähköiset tarkastuspöytäkirjat**

Ydinvoimalaitosten valvonta -osastolla on nykyisin käytössä yli 10 erilaista tarkastuspöytäkirjalomaketta. Nykyisessä muodossaan näiden pöytäkirjojen manuaaliset menettelyt eivät mahdollista optimaalista tiedonhallintaa. Vuoden aikana jokaisen yksittäisen pöytäkirjalomakkeen kehitystarpeet on analysoitu yhdessä pöytäkirjoja laativien tarkastajien kanssa. Kehitteillä olevan sähköisen järjestelmän vaatimusmäärittely saatiin lähes valmiiksi. Usean erilaisen ja useassa eri vaiheessa täytettävän pöytäkirjan käyttöprosessin mallintaminen sähköiseen järjestelmään on osoittautunut odotettua haastavammaksi kehityshankkeeksi ja siksi on jo osana vaatimusmäärittelyä jouduttu arvioimaan eri teknisten toteutusvaihtoehtojen soveltuvuutta ja käytettävyyttä. Hanke etenee tarjouskilpailuvaiheeseen vuonna 2008.

## 8.2 Uudistuminen ja työkyky

Tarkastajille järjestettiin koulutusta mm. ydinvoimalaitosten järjestelmistä ja viranomaistoiminnasta. 10 uutta STUKin tarkastajaa osallistui neljänteen ydinalan kansalliseen koulutusohjelmaan (YK-kurssi), jota STUK järjestää yhdessä alan muiden toimijoiden kanssa. Neljäs YK-kurssi oli pituudeltaan 5 viikkoa, joista kolme pidettiin keväällä 2007. Syksyllä 2007 käynnistyi YK5-kurssi, johon osallistuu 9 STUKin tarkastajaa kokonaisosallistujamäärän ollessa yli 50. Koko YK-kurssikonsepti arvioitiin vuonna 2007. YK5-kurssin suunnittelussa otettiin huomioon arviointiraportin suositukset, kurssin ohjelmaa tiivistettiin ja uusi opetusmateriaali sovittiin toimitettavaksi kokonaan Suomen kielellä.

STUKin tarkastajat osallistuivat myös ulkopuolisten yritysten tarjoamaan koulutukseen kuten Laatukeskuksen järjestämään pääarviojakoulutukseen sekä erilaisiin alan kotimaisiin ja kansainvälisiin koulutustilaisuuksiin. Lisäksi ydinturvallisuusalan esimiehiä osallistui johtamistaidon valmennusohjelmiin.

Yksi tarkastajaa osallistui ESARDan (European Safeguards Research and Development Association) järjestämälle kurssille ”Nuclear Safeguards and Non-Proliferation” ja toinen IAEA:n järjestämään koulutustilaisuuteen ”Training Workshop for Net-Enabled Waste Management Database”

Kaksi STUKin tarkastajaa suoritti tohtorin tutkinnon ja molemmat väitöskirjat liittyivät ydinjätehuoltoon. Ensimmäisessä selvitettiin Olkiluodon ja sitä ympäröivien merialueiden jääkauden jälkeistä maanjäristyshistoriaa kallioperän jäätiköitymissimulaatioiden, merenpohjan akustis-seismisten luotausten ja sedimenttitutkimusten avulla. Toinen väitöskirja käsitteli huokaisen aineen termomekaniikkaa laskennallisilla menetelmin. Työssä mallinnettiin erään korkea-aktiivisen ydinjätteen geologisen loppusijoituksen suunnitelmiin kuuluvan teknisen esteen eli paisuvasta savesta valmistettavan puskurimateriaalin kytkettyä käyttäytymistä.

Kaikkiaan STUKin ydinturvallisuusalan asiantuntijoiden osaamisen kehittämiseen käytettiin vuonna 2007 keskimäärin 10,8 päivää tarkastajaa kohti ydinjätteiden ja materiaalien valvonnassa ja 6,1 päivää tarkastajaa kohti ydinvoimalaitosten

valvonnassa.

Vuoden 2007 aikana ydinvoimalaitosten valvontaan palkattiin 7 uutta tarkastajaa. Heistä kaksi sijoittui organisaatioiden toiminnan ja johtamisen valvontaan, kaksi automaatiotekniikan alueelle, kaksi mekaanisten laitteiden tarkastuksiin ja yksi ydinvoimalaitosten säteilyturvallisuuden valvontaan. Ydinjätehuollon valvontaan rekrytoitiin 5 uutta tarkastajaa, joiden vastuualueina ovat voimalaitosjätteiden valvonta, käytetyn polttoaineen loppusijoitukseen liittyvät kapselointitekniikka, biosfäärianalyysit, kemian kysymykset sekä bentoniitti ja muut täyteaineet.

## 8.3 Talous ja resurssit

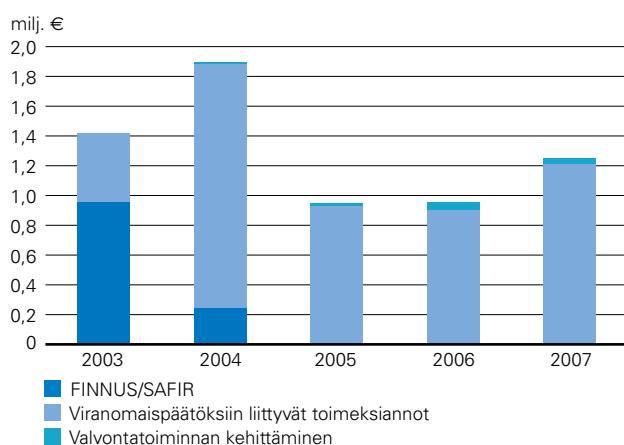
Ydinturvallisuusvalvonnan tulosalueella tehtiin sekä laskutettavaa että ei-laskutettavaa perustoimintaa. Laskutettava perustoiminta muodostui pääosin ydinlaitosten valvonnasta, josta aiheutuneet kustannukset perittiin valvottavilta. Ei-laskutettava perustoiminta koski kansainvälistä ja kotimaista yhteistyötä sekä valmiustoimintaa ja viestintää. Ei-laskutettava perustoiminta on julkisrahoitteista. Säännöstötyöstä ja tukitoiminnoista (hallintotehtävät, ydinturvallisuusvalvonnan kehittäminen, koulutus, ammattitaidon ylläpito ja kehitys, raportointi sekä osallistuminen ydinturvallisuustutkimustyöhön) aiheutuvat kustannukset vyörytettiin laskutettavalle ja ei-laskutettavalle perustoiminnalle sekä palvelutoiminnalle näiden toimintojen työtuntimäärien mukaisessa suhteessa.

Maksullisen ydinturvallisuusvalvonnan kustannukset vuonna 2007 olivat 12,0 milj. euroa. Ydinturvallisuusvalvonnan kokonaiskustannukset olivat 13,2 milj. euroa. Siten maksullisen toiminnan osuus oli 90,9 %.

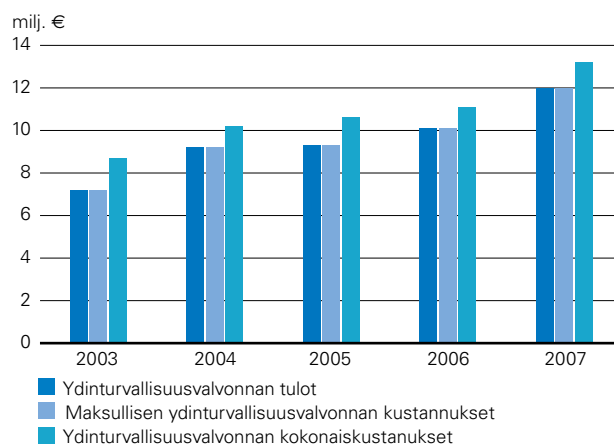
Vuonna 2007 ydinturvallisuusvalvonnasta kertyneet tulot olivat 12,0 milj. euroa. Tuloista 2,1 milj. euroa kertyi Loviisan ja 8,4 milj. euroa Olkiluodon ydinvoimalaitosyksiköiden valvonnasta. Olkiluodon laitoksen valvonnasta kertyneet tulot sisältävät käynnissä olevien laitosyksiköiden lisäksi uuden ydinvoimalaitoshankkeen valvonnasta kertyneet tulot. Posiva Oy:n toiminnan valvonnasta kertyi 1,4 milj. euroa. Kuvassa 19 esitetään ydinturvallisuusvalvonnan vuosittaiset tulot ja kustannukset vuosilta 2003–2007.

Loviisan ydinvoimalaitoksen valvontaan käytettiin 11,1 henkilötyövuotta, joka on 9,9 % ydinturvallisuusvalvontaa tekevän henkilöstön kokonaistyöajasta. Olkiluodon käynnissä olevien laitosyksiköiden valvontaan käytettiin 9,8 henkilötyövuotta, joka on 8,6 % kokonaistyöajasta. Luvut sisältävät ydinvoimalaitosten käytön valvonnan lisäksi ydinmateriaalien valvonnan. Olkiluoto 3:n valvontaan käytettiin 29,1 henkilötyövuotta eli 25,6 % kokonaistyöajasta. Ydinjätehuollon valvontaan käytetty työaika oli 5,7 henkilötyövuotta. FiR 1 -tutkimusreaktorin valvontaan käytettiin 0,06 henkilötyövuotta ja ydinaineiden pienkäyttäjien valvontaan 0,02 henkilötyövuotta.

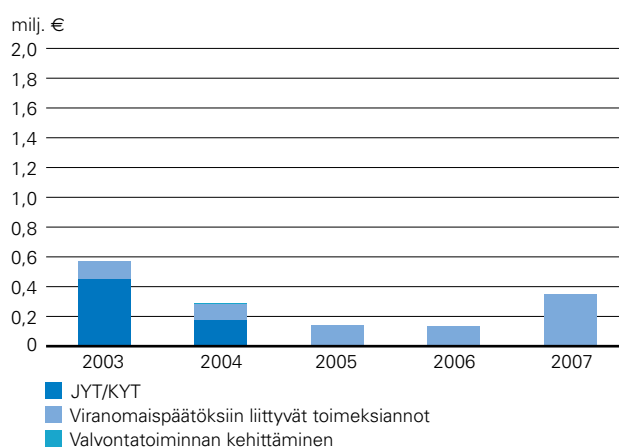
STUK tilaa tarvittaessa valvonnan tueksi riippumattomia arviointoja ja analyyskejä. Kuvissa 20 ja 21 esitetään tilauksista aiheutuneet menot vuosina 2003–2007. Ennen vuotta 2005 menoissa näkyy valvonnan teknisen tuen toimeksiantojen lisäksi kansallisen ydinturvallisuustutkimuksen



**Kuva 20.** Ydinvoimalaitosten turvallisuutta koskevien tutkimusten ja toimeksiantojen kustannukset.



**Kuva 19.** Ydinturvallisuusvalvonnan tulot ja kustannukset.



**Kuva 21.** Ydinjätehuoltoa ja ydinsulkuvalvontaa koskevien tutkimusten ja toimeksiantojen kustannukset.

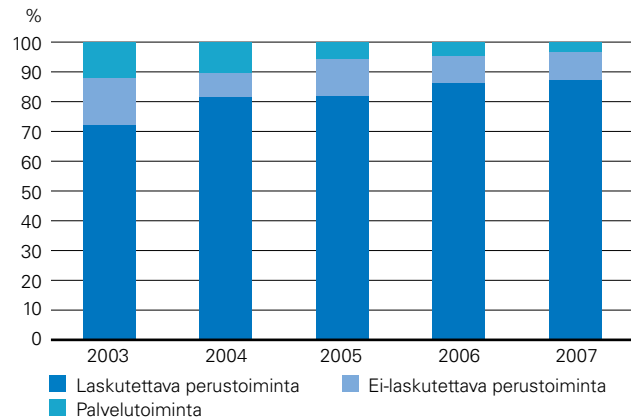


**Taulukko 7.** Ydinturvallisuusvalvontaa tekevän henkilöstön työajan (htv) jakautuminen eri tehtäväalueille.

Tehtäväalue	2003	2004	2005	2006	2007
Laskutettava perustoiminta	29,2	44,7	47,1	53,6	55,7
Ei-laskutettava perustoiminta	6,4	5,1	7,2	5,7	6,1
Palvelutoiminta	4,9	5,1	3,3	3,0	2,2
Säännöstötyö ja tukitoiminnot	28,2	22,7	27,5	28,8	30,3
Lomat ja poissaolot	15,9	16,9	16,9	20,0	19,1
Yhteensä	84,6	94,5	101,9	111,0	113,4

menoja. Vuoden 2007 menot liittyivät lähinnä rakenteilla olevan laitosesikön vertailuanalyysiin ja riippumattomiin arviointeihin. Liitteessä 7 esitetään STUKin rahoittamat, vuonna 2007 valmistuneet toimeksiannot.

Ydinturvallisuusvalvontaa tekevän henkilöstön vuosittaisen työajan jakautuminen eri tulosalueille esitetään taulukossa 7. Kuvassa 22 esitetään päätoimintoihin käytetyn työajan jakautuminen vuosina 2003–2007.

**Kuva 22.** Päätoimintoihin käytetyn työajan jakautuminen.

## 9 Valmiustoiminta

STUKissa järjestettiin useita valmiuskoulutus-tilaisuuksia ja harjoituksia vuoden 2007 aikana. Harjoituksissa testataan käytännössä valmiusorganisaation toimintaa, valmiusohjeiden toimivuutta sekä valmiustilojen käytettävyyttä ja kehitetään näitä osa-alueita harjoituksista saadun palautteen pohjalta. Lisäksi niissä perehdytetään uutta henkilöstöä STUKin toimintaan valmiustilanteessa ja henkilökohtaisiin tehtäviin valmiusorganisaatiossa.

Vuonna 2007 järjestettiin kaksi ydinvoimalaitoksia koskevaa valmiusharjoitusta kummallakin laitospaikalla Suomessa. Loviisan voimalaitosta koskeva harjoitus järjestettiin 23.11.2007 ja Olkiluodon 28.11.2007. Harjoitukset olivat osallistujamäärältään suppeampia kuin joka kolmas vuosi järjestettävissä pelastustoimintaharjoituksissa. Kumpaankin harjoitukseen osallistuivat voimayhtiö ja STUK ja Olkiluodon harjoitukseen myös Rauman pelastuslaitos suppealla miehityksellä. STUKissa osallistujia oli kummassakin noin 50 henkilöä, joista osa oli koulutettavana. Tavoitteina oli testata toiminnan käynnistämistä, viranomaisen ja voimayhtiön välistä yhteistoimintaa, tilan-

nekuvan muodostamista ja tiedon välittämistä väestölle ja tiedotusvälineille.

Molemmilla voimalaitoksilla järjestetään myös palokoulutusta ja harjoituksia, joihin osallistuu laitospalokunnan lisäksi ympäristökuntien pelastuslaitoksia. Olkiluodossa niitä järjestettiin Olkiluoto 3:n rakennustyömaalla 18.6.2007 ja 26.11.2007 sekä Olkiluodon voimalaitosten alueella 19.11.2007. Loviisan voimalaitoksen palokunnan päällystää osallistui KESI-viranomaisyhteistyöharjoitukseen 24.10.2007 ja 14.5.2007 Loviisan laitoksella järjestettiin kemikaalitorjuntaharjoitus.

STUK osallistuu myös kansainvälisiin, ydinvoimalaitoksia koskeviin valmiusharjoituksiin. Vuonna 2007 Leningradin voimalaitoksella järjestettiin valmiusharjoitus 19.–20.9.2007 ja STUKissa siihen osallistui 15 henkilöä, joista yksi henkilö seurasi Moskovassa Rosenergoatomin ja yksi Leningradin voimalaitoksen valmiusorganisaation toimintaa. Päättävöitteena oli testata tilannekuvan muodostamista ja ylläpitoa sekä tiedonkulkua Venäjän ja Suomen välillä. STUK vastaanotti harjoituksen aikana viestejä ja esitti lisäkysymyksiä venäläisille osapuolille.

## 10 Viestintä

### **STUK kertoi voimalaitosten vioista ja auttoi kuntalaisia ymmärtämään ydinvoimaa ja -turvallisuutta**

Vuonna 2007 STUK tiedotti ydinturvallisuuteen liittyvistä asioista viidessä lehdistötiedotteessa. Kaksi kertaa STUK tiedotti Olkiluodon rakenteilla olevan ydinvoimalaitoksen laatupoikkeamista. Kesäkuussa STUK kertoi Olkiluodon ydinvoimalaitoksen kakkosyksikön turbiinirakennuksen tulipalonalusta. Syyskuussa STUK kertoi kahdella tiedotteella Olkiluodon kakkosyksikön pikasulkuun johtaneesta käyttöhäiriöstä ja sen selvittämisestä.

Vuoden aikana STUKin asiantuntijat saivat

vastata kotimaisen ja kansainvälisen lehdistön erityisesti Olkiluodon kolmosyksikköä koskeviin kysymyksiin.

Fennovoima Oy:n ydinvoimalaitossuunnitelmat aiheuttivat paljon toimittajien yhteydenottoja.

Loppuvuodesta STUKin asiantuntijat kävivät myös esitelmöimässä ydin- ja säteilyturvallisuudesta Fennovoiman suunnitelmissa mukana olevilla paikkakunnilla. Kuntien järjestämissä yleisötilaisuuksissa käytiin Pyhäjoella ja Kristiinankaupungissa. Keskustelu ja vierailut jatkuvat vuoden 2008 puolella.

## 11 Kansainvälinen yhteistyö

### 11.1 Kansainväliset sopimukset

Ydinturvallisuutta koskeva yleissopimus edellyttää kolmen vuoden välein laadittavan selonteon esittämistä sopimuksen velvoitteiden täyttämistä. STUK vastasi Suomen maaraportin laadinnasta, joka toimitettiin sopimuksen sihteeristönä toimivalle IAEA:lle sovitun aikataulun mukaisesti syksyllä 2007. Aiemmin vastaavia selontekoja on laadittu vuosina 1999, 2002 ja 2004. Tämä viimeisin raportti tarkastetaan laajassa kansainvälisessä sopimusosapuolten kokouksessa Wienissä keväällä 2008.

### 11.2 Yhteistyö kansainvälisissä organisaatioissa ja kahdenvälinen yhteistyö

#### IAEA-yhteistyö

STUKin pääjohtaja toimi kansainvälisen ydinturvallisuusryhmän INSAG (International Nuclear Safety Group) varapuheenjohtajana. Ryhmä neuvoo ja avustaa IAEA:n pääjohtajaa ydinturvallisuuskysymyksissä ja antaa IAEA:n jäsenmaita koskevia suosituksia ydinturvallisuuden kehittämiseksi. Ryhmä valmisti vuonna 2007 uutta

**Taulukko 8.** IAEA:n säännöstökomiteat, joihin STUKin edustajat ovat osallistuneet.

Säännöstökomitea	Aihealue
NUSSC, Nuclear Safety Standards Committee	ydinturvallisuus
WASSC, Waste Safety Standards Committee	ydinjätehuollon turvallisuus
TRANSSC, Transport Safety Standards Committee	radioaktiivisten aineiden kuljetusten turvallisuus
RASSC, Radiation Safety Standards Committee	säteilyturvallisuus

**Taulukko 9.** IAEA:n ylläpitämät ydinalan tiedonvaihtojärjestelmät, joissa STUK toimii Suomen yhteysorganisaationa.

Tiedonvaihtojärjestelmä	Aihealue
IRS, Incident Reporting System	ydinvoimalaitostapahtumat
IRSRR, Incident Reporting System for Research Reactors	tutkimusreaktoritapahtumat
INES, International Nuclear Event Scale	ydinlaitostapahtumien kansainvälinen vakavuusluokitus
PRIS, Power Reactor Information System	sähköä tuottavien reaktorilaitosten tiedot
NFCIS, Nuclear Fuel Cycle Information System	ydinpolttoainekierto
NEWMDB, Net enabled Waste Management Database	ydinjätteet
DRCS, Directory for Radioactively Contaminated Sites	radioaktiivisesti saastuneen alueet
ITDB, Illicit Trafficking Database	radioaktiivisten aineiden laiton kauppa
EVTRAM, Events that have arisen during the Transport of Radioactive Material	radioaktiivisten aineiden kuljetustapahtumat
DIRATA, Discharges of Radionuclides to the Atmospheric and Aquatic Environment	radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön

**Taulukko 10.** STUK oli edustettuna kaikissa säteily- ja ydinturvallisuutta käsittelevissä OECD:n pääkomiteoissa. STUK osallistui myös pääkomiteoiden alaisten työryhmien toimintaan.

Pääkomiteoiden toimialat	Työryhmät
<b>Turvallisuustutkimus</b>  CSNI, Committee on the Safety of Nuclear Installations STUKin edustaja toimi ohjaavan CSNI Bureauun jäsenenä	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ydinvoimalaitosonnettomuuksien analysointi ja hallinta (GAMA, Working Group on Accident and Analysis)</li> <li>• ydinvoimalaitosten riskien arviointi (WGRISK, Working Group on Risk Assessment)</li> <li>• inhimilliset ja organisatoriset tekijät (WGHOF, Working Group on Human and Organisational Factors)</li> <li>• ydinpolttoaineen turvallisuus onnettomuustilanteissa (WGFS, Working Group on Fuel Safety)</li> </ul>
<b>Ydinturvallisuusvalvonta</b>  CNRA, Committee on Nuclear Regulatory Activities STUKin pääjohtaja toimi 1998–2007 lähtien CNRA-komitean puheenjohtajana. Kesäkuun 2007 kokouksesta lähtien hän oli ohjaavan CNRA Bureauun jäsenenä.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• viranomaisten tarkastuskäytännöt (WGIP, Working Group on Inspection Practices)</li> <li>• ydinvoimalaitosten käyttökokemukset (WGQE, Working Group on Operating Experience)</li> <li>• tiedotustoiminta (WGPC, Working Group on Public Communication of Nuclear Regulatory Organisations)</li> </ul>
<b>Säteilyturvallisuus</b>  CRPPH, Committee on Radiation Protection and Public Health	<ul style="list-style-type: none"> <li>• valmiustoiminta (WPNE, Working Party on Nuclear Emergency Matters)</li> <li>• säteilysuojelu ja säteilytyö (EGOE, Expert Group on Occupational Exposure)</li> <li>• ydinlaitosten päästöt (EGBAT, Expert Group on Best Available Technologies)</li> </ul>
<b>Ydinjätehuolto</b>  RWMC, Radioactive Waste Management Committee	<ul style="list-style-type: none"> <li>• turvallisuusperustelutyöryhmä (IGSC, Integration Group for the Safety Case)</li> </ul>

kansainvälisen käyttökokemustoiminnan kehittämiseen liittyvää INSAG-raporttia ”Improving the International Operating Experience Feedback (OEF) System”.

STUKin edustaja kuului myös toiseen IAEA:n pääjohtajan kutsumaan ryhmään (SAGSI), joka käsittelee ydinmateriaalivalvontaan liittyviä kysymyksiä.

STUKin nimeämä kansallinen IRS-koordinaattori vaihtui. Lisäksi toiselle STUKin edustajalle haettiin IAEA:lta koordinaattorioikeudet. IAEA on aloitti IRS Reporting Guidelines-ohjeiden uudistustyön, missä STUKin IRS-koordinaattorit olivat aktiivisesti mukana osallistuen uudistusta pohtineen ryhmän ensimmäiseen kokoukseen elokuussa 2007. STUK teki esityksen IRS-koordinaattoreiden kokouksessa lokakuussa IRS-oikeuksien myöntämisestä EU:n Pettenissä sijaitsevan tutkimuskeskuksen (Institute for Energy, Joint Research Centre, IE-JRC Petten) neljälle työntekijälle. Perusteena ehdotukselle oli, että

STUK tulee käyttämään Pettenin tutkimuskeskusta teknisenä tukiorganisaationa IRS-raporttien laadintaan ja arviointiin liittyen. Oikeudet annettiin vuoden 2008 alussa.

STUKin edustaja on toiminut kaksi kautta IAEA:n Nuclear Safety Standards Committeeen (NUSSC) puheenjohtajana. Kaikkien komiteoiden toimikausi päättyi vuoden 2007 lopussa.

STUKin edustajat olivat mukana IAEA:n asian- tuntijaryhmissä, jotka arvioivat kansallista ydinturvallisuusvalvontaa Japanissa ja Australiassa (IRRS, International Regulatory Review Service).

### OECD/NEA-yhteistyö

CNRA päätti joulukuun 2006 kokouksessa WGOE:n Task Groupin ”Use of International Operating Experience Feedback for Improving Nuclear Safety (IOEF)” perustamisesta. STUK nimesi edustajansa ryhmään, joka arvioi kansainvälisen käyttökokemustoiminnan nykymenettelyjen vahvuuksia ja heikkouksia. Ryhmä kokoontui vuonna 2007 kol-

**Taulukko 11.** OECD/NEA:n ydinvoimalaitosten tekniikka-alakohtaiset vika- ja tapahtumatietoja taltioivat tietokannat, joiden toimintaan STUKista nimetyt vastuuhenkilöt osallistuvat

Tietokanta	Aihealue
ICDE, International Common-Cause Failure Data Exchange,	yhteisviat
FIRE, Fire Data Exchange	palot
OPDE, Piping Failure Data Exchange	putkistojen viat
IAGE, Integrity of Components and Structures	rakenteellinen eheys
ISOE, Information System on Occupational Exposure	työntekijöiden säteilyannokset
COMPSIS, Exchange of Operating Experience Concerning Computer-based Systems Important to Safety	ohjelmoitavien järjestelmien ja laitteiden viat
SCAP, Stress Corrosion Cracking and Cable Ageing	jännityskorroosio ja kaapeleiden ikääntyminen

mesti: tammikuussa, huhtikuussa ja lokakuussa. Ryhmä laati arviostaan ja sen perusteella toiminnan parantamiseksi annetuista suosituksista raportin, minkä se toimitti CNRA:n joulukuun 2007 kokoukseen hyväksyttäväksi.

Kullakin CSNI:n työryhmällä on vähintään yksi vuotuinen yleiskokous sekä tarpeen vaatiessa aihekohtaisia kokouksia, joihin STUK:n edustajat osallistuivat vuoden 2007 aikana. WGHOF järjesti keväällä 2007 Chesterissä seminaarin, jossa aiheena oli luvanhaltijoiden turvallisuuskulttuurin arviointi ja siihen kohdistuneet viranomais- ja tuketukset. Workshoppiin osallistui kutsusta myös WGIPin edustajia.

### EU-yhteistyö

STUKin pääjohtajan teki vuonna 2006 aloitteen Euroopan maiden ydinturvallisuusviranomaisten yhteistyöelimelle WENRA:lle eurooppalaisen ydinvoimalaitostapahtumien käyttökoke-  
mustietojen käsittelykeskuksen perustamisesta esimerkiksi Alankomaiden Petteniin EU:n tutkimuskeskuksen yhteyteen. STUK on vuoden 2007 mittaan aktiivisesti eri yhteyksissä (WENRA, INSAG, WGOE) esittänyt konkreettisia ehdotuksia toiminnan organisoimiseksi ja sisällöksi. Hankkeen koordinointikokous pidettiin Brysselissä heinäkuun lopulla. Kokoukseen osallistui viranomaisten, teknisten tukiorganisaatioiden, JRC-Pettenin, IAEA:n, NEA:n sekä WENRA:n edustajat. Kokouksessa keskusteltiin eurooppalaisen Clearinghouse-hankkeen pää-  
tavoitteista, toiminnoista ja yhteistyömuodoista. Pienet ydinvoimamaat ovat ymmärtäneet hankkeen tärkeyden kokemusten vaihdossa omien käyttökoke-  
mus-ten ja resurssien rajallisuuden vuoksi. Alankomaiden, Liettuan, Romanian, Slovenian, Sveitsin ja Unkarin ydinturvallisuusviranomais-  
organisaatiot STUKin lisäksi tulevat vuoden 2008

alkupuolella solmimaan yhteistyösopimuksen Euroopan komission kanssa osallistumisestaan eurooppalaisen ydinvoimalaitosten käyttökoke-  
musverkoston (European Network On Operating Experience Feedback for NPPs) toimintaan, jonka koordinoitakeskus (EU Clearinghouse on NPP OEF) perustetaan IE-JRC:n (Institute for Energy, Joint Research Centre) yhteyteen. Osallistuvilla mailla on mahdollisuus lähettää oma asiantun-  
tijansa määrääjäksi käyttökoke-  
muskeskukseen, jonka tehtävänä on mm. auttaa yhteistyömaita korkealaatuisten käyttötapahtumaraporttien tuot-  
tamisessa IAEA:n IRS-tietokantaan, niitä koske-  
vien selvitysten sekä yhteenvetojen tekemisessä sekä käyttökoke-  
mustietokannan ylläpitämisessä. Apunaan analysoinnissa keskuksat käyttävät myös kansallisia asiantuntijoita viranomais- ja  
teknisistä tukiorganisaatioista.

STUKin ehdotukseen eurooppalaisesta ydinvoimalaitostapahtumien käyttökoke-  
mustietojen käsittelykeskuksesta on sisältynyt maailman laa-  
juisesti käytettävissä oleva Safety Issues tieto-  
kannan, johon kaikki kansainvälisesti kiinnostava  
käyttökoke-  
mustieto ydinturvallisuuden kannalta merkittäviltä aihealueilta keskitetysti varastoitai-  
siin ja missä se olisi kaikkien saatavilla. STUKin  
edustajat osallistuivat joulukuussa 2007 IAEA:n  
Saksassa järjestämään asiantuntijakokouksen,  
missä esiteltiin ole-massa olevia kansallisia tie-  
tokantoja sekä vaihdettiin kokemuksia viimeai-  
kaisten tapahtumien sekä tutkimuksen kautta  
ilmenneiden uusien turvallisuuteen vaikuttavia  
tekijöiden ratkaisumalleista eri maissa.

Vuonna 2007 Euroopan komissio perus-  
ti korkean tason ryhmän European High Level  
Group on Nuclear Safety and Radioactive Waste  
Management, jonka tavoitteena on ydinenergia-  
alan turvallisuuskäytäntöjen kehittäminen ja yh-



**Taulukko 12.** Kahdenvälinen yhteistyö eri maiden kanssa.

Maa/organisaatio	yhteistyömuoto STUKin kanssa
Ruotsi/ SKI, Ruotsin ydinturvallisuusviranomaisen	STUKin edustaja on SKI:n tukena toimivan ydinturvallisuusneuvottelukunnan jäsen. Säännölliset tapaamiset SKI:n kanssa. Aiheena ajankohtaiset ydinvoimalaitosten turvallisuusvalvonnan ja valmiustoiminnan kysymykset.
Belgia	STUKin pääjohtaja on Belgian viranomaisvalvontaa tekevän organisaation tukena toimivan neuvottelukunnan puheenjohtaja
Liettua/VATESI, Liettuan ydinturvallisuusviranomaisen	STUKin edustaja toimii Liettuan ydinturvallisuusviranomaista tukevan neuvottelukunnan toimintaan pysyvänä jäsenenä
Ranska	STUKin edustaja oli Ranskan ydinturvallisuusneuvottelukunnan Groupe Permanent chargé des Réacteurs nucléaires (GPR) jäsen. Yhteistyö uuden laitoshankkeen suunnittelun, rakentamisen ja valmistuksen valvonnassa. Tapaamisissa vaihdettiin tietoja suunnitteluratkaisuista, rakentamistilanteesta, rakentamisen valvonnasta, pääkomponenttien valmistuskokemuksista ja onnettomuusanalyysistä.
USA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yhteistyö uuden laitoshankkeen suunnittelun, rakentamisen ja valmistuksen valvonnassa. Tapaamisissa vaihdettiin tietoja suunnitteluratkaisuista, rakentamistilanteesta, rakentamisen valvonnasta, pääkomponenttien valmistuskokemuksista ja onnettomuusanalyysistä.</li> </ul>
Venäjä	Ydinturvallisuusalan yhteistyö Suomen lähialueilla sijaitsevien Venäjän ydinvoimalaitosten ja Venäjän turvallisuusvalvontaviranomaisten kanssa ulkoasiainministeriön rahoittamista hankkeissa <ul style="list-style-type: none"> <li>Ydinmateriaalivalvonnan tuki Venäjän ydinturvallisuusviranomaiselle</li> <li>Sosnovyi Borin ydinvoimalaitoksen turvallisuuden parantaminen</li> <li>Kuolan ydinvoimalaitoksen turvallisuuden parantaminen</li> <li>Yhteistyö Venäjän ja Ukrainan ydinturvallisuusviranomaisen kanssa</li> <li>Onnettomuusvalmius ja ympäristön säteilyvalvonta Sosnovyi Borissa, Pietarissa ja Kuolan niemimaalla</li> <li>Ydinjäteyhteistyö lähialueilla</li> </ul>
Australia/ASNO, Australian Safeguards and Non-proliferation Office	Yhteistyö ydinmateriaalivalvonnan alalla. STUK toimittaa ASNO:lle sovittun käytännön mukaisesti tietoja Suomeen tuoduista, australialaista alkuperää olevista ydinaineista.

tenäistäminen EU-maissa. Ryhmän toimintaan osallistuvat sekä ydinvoimaa käyttävät että ei-ydinvoimaa käyttävät maat. Suomesta ryhmän jäsenenä ovat kauppa- ja teollisuusministeriön edustaja ja STUKin pääjohtaja.

STUK osallistui Euroopan komission säteily-suojelun säännöstötyössä neuvoa-antavan A31-asiantuntijaryhmän sekä radioaktiivisten jätteen siirtoon liittyvän neuvoa-antavan komitean työhön (direktiivin 2006/117 artiklan 21 mukainen komitea).

STUK osallistui asiantuntijana niihin EU:n neuvoston Atomiasian työryhmän (Atomic

Questions Group) kokouksiin, joissa käsiteltiin Euratomin safeguards-valvontajärjestelmän uudistamista.

### 11.3 Muu yhteistyö

#### MDEP

STUKin edustajat osallistuivat MDEPin (Multinational Design Evaluation Programme) teknisen johtoryhmän (STC) ja työryhmien toimintaan. MDEP-hankkeeseen osallistuu 9 maata: USA, Kanada, Ranska, Japani, Kiina, Korea, Venäjä, Etelä-Afrikka, Iso-Britannia ja Suomi.

Käytännössä Kiina ei ole lähettänyt edustajiaan kokouksiin.

MDEP STC:n tehtävänä on arvioida uusien laitosten lisensointiin liittyviä viranomaiskäytäntöjä ja vaatimuksia eri maissa erityisesti keskittyen lisensoinnin perusteisiin, tarkastuskäytäntöihin ja turvallisuustavoitteisiin. Tavoitteena on myös määritellä alueet, joilla eri viranomaisorganisaatiot voivat tehdä yhteistyötä uusia laitoksia lisensoitaessa. Hankkeessa käsitellään pääasiassa kolmannen sukupolven vesireaktoreita (kevyt ja raskas). Lisäksi STC:n tehtävänä on antaa suosituksia MDEP:n jatkotyölle.

Hanke käynnistettiin pilot-vaiheella, josta valmistui alustava loppuraportti. Se perustuu viiden työryhmän laatimiin yhteenvetoraportteihin. Työryhmät käsittelivät seuraavia aiheita: primääripiirin laitteiden valmistusstandardit ja tarkastukset (WGCMO, Working Group on Component Manufacturing), vakavat onnettomuudet, hätäjähdytysjärjestelmän suunnitteluun liittyvät vaatimukset, ohjelmoitava automaatio sekä kaikkia em. alueita koskevat yleiset asiat, kuten lisensointiprosessi, dokumentointi ja johtamisjärjestelmä.

Alustavassa loppuraportissa esitetään alueet, joissa on yhtäläisyyksiä ja eroja viranomaisvaatimuksissa ja käytännöissä. Raportissa selvitetään myös erojen luonne, tärkeys ja perusteet. Lisäksi tarkastellaan yhteistyöalueita ja mahdollisuuksia yhdenmukaistaa viranomaiskäytäntöjä. Jatkotyölle raportissa esitetään kymmenen suositusta. Hankkeen jatkosta päätetään vuoden 2008 alkupuolella pidettävässä johtoryhmän kokouksessa.

Aktiivisimmin toiminut WGCMO-työryhmä piti vuonna 2007 aikana kaikkiaan kolme kokousta sekä vieraili raskaiden komponenttien valmistustehtailla Ranskassa, Etelä-Koreassa sekä Japanissa. Työryhmä luovutti toimeksiantonsa mukaisen loppuraportin syksyllä 2007 ohjausryhmälle. Olennaisina johtopäätöksinään ryhmä päätyi suosittelemaan monikansallisen laitostoimittajien tarkastusohjelman aikaansaamista sekä laitosten suunnittelu- ja QA-standardien yhtenäistämiseen tähtäävän valmistelutyön käynnistämistä.

Eri työryhmien yhteenvetoraporttien perusteella laaditussa STC:n loppuraportissa esitetään alueet, joissa on yhtäläisyyksiä ja eroja viranomaisvaatimuksissa ja käytännöissä sekä selvitetään erojen luonne, tärkeys ja perusteet. Lisäksi tarkastellaan

yhteistyöalueita ja mahdollisuuksia yhdenmukaistaa viranomaiskäytäntöjä. Jatkotyölle raportissa esitetään kymmenen suositusta. Hankkeen jatkosta päätetään vuoden 2008 alkupuolella pidettävässä johtoryhmän kokouksessa.

### Länsi-Euroopan viranomaisten yhteistyöfoorumi WENRA

STUK osallistui ydinenergiaa käyttävien EU-maiden ja Sveitsin ydinturvallisuusviranomaisen yhteistyöelimen WENRAn (Western European Nuclear Regulators' Association, [www.wenra.org](http://www.wenra.org)) toimintaan. Vuonna 2000 perustettiin ns. harmonisointityöryhmä kehittämään menetelmää yhtiäisten ydinturvallisuusvaatimusten laatimiseksi. Työryhmän loppuraportin suositusten mukaisesti aloitettiin vuoden 2003 alussa laaja ydinturvallisuus- ja ydinjätehuollon vaatimusten kehitysprojekti. Työn tekemistä varten WENRA perusti alaisuuteensa kaksi työryhmää:

- Reactor Harmonisation Working Group (RHWG), jonka tehtävänä on laatia referenssi-vaatimuksia käytössä oleville ydinvoimalaitoksille
- Working Group for Waste and Decommissioning (WGWD), jonka tehtävänä on laatia referenssi-vaatimuksia käytöstäpoiston sekä käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden varastoinnin alueille.

Vuonna 2006 RHWG sai valmiiksi harmonisoidut turvallisuusvaatimusten vertailutasot (600 vaatimusta) käyville laitoksille. Vuonna 2007 ryhmä päivitti vaatimukset teollisuudelta saatujen kommenttien perusteella ja suoritti johtamisjärjestelmiä koskevan keskinäisen vertailun (benchmarking) sekä säännösten että käyvien ydinvoimalaitosten osalta. Näin ollen RHWG on saattanut päätökseen sille annetun tehtävän lukuun ottamatta jäsenmaissa tehtävän kehityksen jälkiseurantaa, jonka tavoiteaika on vuoden 2011 loppuun mennessä. Kehityksen tavoite on saattaa kaikkien maiden turvallisuusvaatimukset vertailutasojen mukaisiksi.

WGWD on luonnostellut harmonisoidut vaatimusten vertailutasot käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden varastoinnille sekä ydinlaitosten käytöstä poistamiselle. Vuonna 2007 WGWD teki vastaavuusvertailut kyseisten vertailutasojen ja kansallisten säännösten välillä.

Vertailun antamien kokemusten ja teollisuudelta saatujen kommenttien perusteella tullaan vertailutasoja tarkistamaan vuonna 2008.

### **Pohjoimainen ydinturvallisuusyhteistyö**

Pohjoismaisen ydinturvallisuusyhteistyön NKS:n nelivuotinen tutkimusohjelmakausi käynnistyi vuonna 2002. Ohjelma on jaettu kahteen hankekokonaisuuteen, jotka ovat reaktoriturvallisuustudutus sekä valmius- ja ympäristötutkimus. Alueiden työtä johtavat ohjelmapäälliköt. STUKin asiantuntijat osallistuivat valmius- ja ympäristöalueen tutkimusohjelman hankkeisiin. STUK osallistui aktiivisesti NKS:n johtoryhmän työskentelyyn.

Reaktoriturvallisuuden hankekokonaisuudessa on hankkeita, jotka liittyvät Suomen julkisrahoitteeseen SAFIR2010-tutkimusohjelmaan. Valmius- ja ympäristöalueen ohjelman työssä on myös Suomelle tärkeitä painotuksia kuten valmiustilanteiden tiedonhallinnan ja yhteydenpitojärjestelmän kehittäminen. Vuonna 2007 johtoryhmä hyväksyi muutokset ohjelman runkosuunnitelman. Pääpiirteissään ohjelman tavoitteet säilyvät ennallaan. Uusina tutkimus aiheina ovat mm. radioaktiivisten ainedien käyttöön liittyvät uhat, uraanin louhinnan ympäristövaikutukset ja neljännen sukupolven reaktorit. Ohjelman sisältö palvelee kokonaisuudessaan hyvin pohjoismaisten viranomaisten yhteistyötä, mikä on NKS-työn pysyvä tavoite.

### **NERS**

STUK osallistui NERS-työhön (Network of Regulators of Small Nuclear Programs). NERS on kanava, jonka kautta erityisesti Euroopan ulkopuolisten maiden, Argentiinan, Etelä-Afrikan ja Pakistanin ydinturvallisuusviranomaisten kanssa vaihdetaan tietoja samankokoisten ydinenergiaohjelmien parissa toimivien kollegoiden toimintatavoista ja kokemuksista. Vuoden 2007 aikana käsiteltiin kolmea aihetta: MDEP, asiantuntemuksen varmistaminen ja varautuminen uuden laitoksen rakentamiseen sekä turvallisuuskulttuuri omistajarakenteen muuttuessa.

### **VVER**

STUK osallistui VVER-tyyppiä olevia ydinvoimalaitoksia käyttävien maiden viranomaisyhteistyöhön, VVER-forumiin. Forumin vuotuisessa kokouksessa käsitellään muutamia ennalta sovittavia aiheita ja keskustellaan forumin työryhmien työn tuloksista. Vuonna 2007 toimi kaksi työryhmää, jotka

- vaihtoivat tietoja VVER-tyyppisten laitosten käyttökokemuksista
- vaihtoivat tietoja VVER-440 tyyppisten laitosten todennäköisyyspohjaisista riskianalyysistä ja niiden tuloksista.

# LIITE 1 Ydinlaitosturvallisuuden tunnusluvut vuodelta 2007

*Kirsi Levä*

YHTEENVETO YDINVOIMALAITOSTEN TURVALLISUUDEN TUNNUSLUVUISTA	82
Tunnuslukujärjestelmän tausta ja tavoitteet	82
Vuoden 2007 ydinturvallisuuden tunnuslukujen tulokset	83
Loviisan voimalaitos	83
Olkiluodon voimalaitos	87
TUNNUSLUVUT	92
A.I Turvallisuus- ja laatukulttuuri	92
A.I.1 Viat ja niiden korjaaminen	92
A.I.2 Poikkeusluvut ja poikkeamat TTKE:sta	100
A.I.3 Turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyys	102
A.I.4 Säteilysäilytys	105
A.I.5 Päästöt	108
A.I.6 Dokumentaatiomuutosten toteutuminen muutostöiden yhteydessä	110
A.I.7 Laitoksen parantaminen	111
A.II Käyttötapahtumat	113
A.II.1 Tapahtumien määrä	113
A.II.2 Tapahtumien välittömät syyt	115
A.II.3 Tapahtumien merkitys	116
A.II.4 Ydinvoimalaitoksen onnettomuusriski	120
A.II.5 Palohälytysten määrä	121
A.III Rakenteellinen eheys	122
A.III.1 Polttoaineen tiiviys	122
A.III.2 Primääripiirin tiiviys	125
A.III.3 Suojarakennuksen tiiviys	130

## Yhteenveto ydinvoimalaitosten turvallisuuden tunnusluvuista

### Tunnuslukujärjestelmän tausta ja tavoitteet

Ydinvoimalaitosten käytön perusedellytys on turvallisuus. Voimayhtiöt ja STUK arvioivat ja valvoivat laitosten turvallisuutta ja käyttöä monin eri tavoin. Tunnusluvut ovat yksi keino tarkastusten ja turvallisuusarviointien lisäksi saada tietoa laitosten turvallisuustilanteesta ja siinä tapahtuneista muutoksista. STUKin tunnuslukujärjestelmä muodostuu kahdesta pääryhmästä: 1) ydinvoimalaitosten turvallisuutta tarkastelevista tunnusluvuista ja 2) viranomaistoiminnan tehokkuutta kuvaavista tunnusluvuista. Tämä yhteenveto kattaa ydinvoimalaitosten turvallisuutta kuvaavat tunnusluvut.

Tunnuslukujärjestelmässä ydinturvallisuus on jaettu kolmeen osa-alueeseen: 1) turvallisuus- ja laatukulttuuri, 2) käyttötapahtumat ja 3) rakenteellinen eheys. Näillä kolmella osa-alueella on yhteensä 15 arviointialuetta (ks. oheinen taulukko). Tunnuslukujärjestelmän tavoitteena on tunnistaa turvallisuudessa tapahtuvat muutokset mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Tunnuslukujen heikentyessä selvitetään kehitykseen vaikuttaneet

tekijät ja pohditaan, onko laitosten toimintaa tai STUKin valvontaa kyseisellä alueella syytä muuttaa. Tunnuslukujen avulla voidaan myös seurata korjaavien toimenpiteiden tehokkuutta ja vaikuttavuutta. Tunnusluvuista saatavaa tietoa hyödynnetään myös ydinturvallisuudesta tiedotettaessa.

STUK aloitti oman tunnuslukujärjestelmän kehittämisen vuonna 1995. Vuonna 2003 ydinturvallisuutta koskevat tunnusluvut kytkettiin ensimmäisen kerran STUKin strategiaan ja raportoititiin osana ydinennergian käytön turvallisuusvalvontaa. Tunnuslukujen avulla seurataan strategian toteutumista ja onnistumista. STUKin pitkän aikavälin ydinvoimalaitosten turvallisuutta koskevat tavoitteet ovat:

- suomalaisilla ydinvoimalaitoksilla ei satu onnettomuuksia tai vakavia turvallisuuteen vaikuttavia tapahtumia
- radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön ovat pieniä ja niistä laskettu ympäristön väestön kriittisen yksilön vuotuinen säteilyannos on alle 1 % valtioneuvoston päätöksessä 395/1991 asetetusta raja-arvosta 100 µSv

Ydinturvallisuus		
A.I Turvallisuus- ja laatukulttuuri	A.II Käyttötapahtumat	A.III Rakenteellinen eheys
1. Viat ja niiden korjaaminen	1. Tapahtumien määrä	1. Polttoaineen tiiviys
2. Poikkeusluvut ja poikkeamat TTKE:sta	2. Tapahtumien välittömät syyt	2. Primääripiirin tiiviys
3. Turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyys	3. Tapahtumien turvallisuusmerkitys	3. Suojarakennuksen tiiviys
4. Säteilialtistus	4. Ydinvoimalaitoksen onnettomuusriski	
5. Päästöt	5. Palohälytysten määrä	
6. Dokumentaatiomuutosten toteuttaminen muutostöiden yhteydessä		
7. Laitosten parantaminen		

- jokaisen ydinvoimalaitostyöntekijän säteilyannos on yksilölle asetetun annosrajan alapuolella
- ydinvoimalaitoksen työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos pysyy kansainvälisesti verrattuna pienenä ja alittaa molemmat ydinvoimalaitokset huomioon ottaen ohjeen YVL 7.9 mukaisen enimmäisrajan
- ydinvoimalaitoksen riskejä hallitaan siten, että laitosten onnettomuusriski pienenee tai pysyy ennallaan.

Vuodesta 2006 tunnuslukutietoja on ylläpidetty STUKin INDI (INDicator DIsplay) -tietojärjestelmässä. Vuonna 2007 INDI-ohjelma käännettiin suomenkielelle, tunnuslukuihin tehtiin pieniä muutoksia ja tilastollisen trendianalyysin mahdollisuuksia selvitettiin lisensiaatin tutkimuksessa (Viertävä, J.). Tunnuslukujen ylläpidosta ja analysoinnista vastaavat nimetyt STUKin asiantuntijat. Yksittäiset tunnusluvut, niiden ylläpitomenettelyt ja tulosten tulkinta esitetään tämän yhteenvedon lopussa.

## Vuoden 2007 ydinturvallisuuden tunnuslukujen tulokset

### Loviisan voimalaitos

#### Yhteenveto

Loviisan voimalaitoksella radioaktiivisuuden leviämistä rajoittavat rakenteelliset esteet ovat pysyneet kunnossa. Laitoksen käyttöön liittyen raportoitiin kahdesta erikoistilanteesta ja muutamista yksittäisistä käyttöhäiriöistä. Tapahtumien selvitysten perusteella laitoksella on täsmennetty esimerkiksi muutostöiden hallintaan liittyviä menettelyjä. Työntekijöiden säteilyannokset olivat vuonna 2007 kaikkien aikojen pienimmät. Tähän vaikutti säteilynsuojelun kehittämiseksi tehty toimenpiteet ja säteilynsuojelullisesti merkittävien töiden vähäinen määrä. Laitoksen käyttökertoimet olivat korkeat ja viat aiheuttivat vain vähäisiä tuotannonmenetyksiä. Laitoksen parantamiseen on investoitu pitkäjänteisesti ja vuonna 2007 oli käynnissä useita ydinturvallisuuden kannalta tärkeitä hankkeita mm. automaatiojärjestelmän uusiminen, jäte-, varasto- ja dekontaminaatiotilojen uusiminen sekä vaihtoehtoisen merivesilinjan rakentaminen sammutetun laitoksen jäähdtykseen tarvittavaan vedenottoon. Laitoksen kunnossapito

on ollut asianmukaista, jatkossa on kuitenkin kiinnitettävä edelleen huomiota varasosien hallintaan ja henkilöstöresurssien riittävyyteen kunnossapitotoiminnassa. Jäljempänä ydinturvallisuuden tunnuslukujen tulokset esitetään tarkemmin tunnuslukualueittain.

### Turvallisuus- ja laatukulttuuri

*Turvallisuus- ja laatukulttuuria arvioidaan laitoksen käyttöä ja kunnossapitoa sekä säteilynsuojelua koskevien tietojen perusteella. Laitoksen käyttöä ja kunnossapitoa seurataan turvalliseen käyttöön vaikuttavien laitteiden vika- ja kunnossapitotietojen sekä turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) noudattamisen avulla. Säteilynsuojelun onnistumista tarkastellaan työntekijöiden säteilyannosten ja radioaktiivisten ympäristöpäästöjen perusteella. Lisäksi turvallisuus- ja laatukulttuuria arvioitaessa huomiota kiinnitetään laitoksen parantamiseksi tehtyihin investointeihin ja laitosdokumentaation ajantasaisuuteen.*

### Laitoksen kunnossapito oli asianmukaista

Loviisan voimalaitoksen käyttökertoimet olivat korkeat ja viat laitteissa aiheuttivat vain vähäisiä tuotannonmenetyksiä. Vuonna 2007 Loviisan molemmilla laitoksyksiköillä kirjattiin kuusi tuotannonmenetyksiin johtanutta vikaa. LO1:n kaikki viisi vikaa liittyivät turbiinin toimintaan, joista merkittävin oli ykkösgeneraattorin (SP10) vetyvuoto. LO2:lla korjattiin pääkiertopumpun moottorin öljyvuoto ja päämerivesipumpun suojalaukaisu.

Laitoksen kunnossapitosuunnitelma tähtää vikojen määrän ja niiden vaikutusten pitämiseen hyväksyttävällä tasolla. Vuonna 2007 laitteiden käyttöä rajoittaneita vikoja oli hieman aikaisempaa vähemmän, erityisesti LO1-yksiköllä. Vikojen määrä on pysynyt alhaisena ja hieman laskenutkin, koska laitoksen kunnossapidossa on jatkuvasti parannettu vikojen ennakointia ja niiden havaitsemista sekä uusittu laitteita.

Vuonna 2007 laitos haki yhteensä seitsemää poikkeuslupaa turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poikkeamiseksi. Hakemuksista viisi kohdistui laitevikojen pitkittyneeseen korjaukseen.



Tähän on kiinnitettävä jatkossa huomiota, koska kaikki vikatilanteet tulisi korjata turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa asetetuissa aikarajoissa.

Kunnossapitotyöt sisältävät sekä vikakorjaukset että ennakkohuollot. Turvalliseen käyttöön vaikuttavien laitteiden kunnossapito lisääntyi molemmilla laitosyksiköillä vuonna 2007, koska laitteisiin tehtiin aikaisempia vuosia enemmän ennakko- ja huoltoja.

Laitteiden keskimääräinen korjausaika oli reilut 30 tuntia. Korjausaika on pysynyt lähes samana kuin aikaisempina vuosina. Laitosyksiköiden keskimääräisissä korjausajoissa oli eroja: LO1:llä keskimääräinen korjausaika oli alle vuorokauden ja LO2:lla lähes kaksi vuorokautta. Nopeaa korjausta vaativat laiteviat (sallittu korjausaika korkeintaan 3 vrk), korjattiin LO1:llä 17 tunnissa ja LO2:lla 14 tunnissa. Jatkossa laitoksella tulisi parantaa toimintaan siten, että myös LO2:lla pitkän sallitun korjausajan työt tehtäisiin nykyistä ripeämmin.

Tunnuslukujen perusteella laitoksen käyttöiän hallinta ja kunnossapito on ollut asianmukaista.

### ***Laitoksen turvallisuusjärjestelmät olivat kunnossa***

Hätäsyöttövesijärjestelmät ja hätädieselit olivat vuonna 2007 edellisten vuosien tapaan hyvässä kunnossa. Hätädieselin turvallisuusmerkitykseltään vähäiset viat johtuivat laitteiden tavanomaisesta vanhenemisesta.

Laitoksen korkeapaineiset hätäsisävesijärjestelmät olivat molemmilla laitosyksiköillä poissa käytöstä vuoden 2007 aikana enemmän kuin edeltävinä vuosina. Tämä johtui LO1:n 6 kV katkaisijoiden viritinmoottoreiden kahdesta viasta, jotka todettiin järjestelmiä testattaessa. Tunnusluku kasvoi merkittävästi, koska katkaisijoiden viat olivat olleet piilevinä jo ennen testausta kolme viikkoa. Korkeapaineiset hätäsisävesijärjestelmät ovat kuitenkin pääasiassa hyvässä kunnossa, esille tulleet viat olivat yksittäisiä.

### ***Työntekijöiden säteilyannokset olivat kaikkien aikojen pienimmät***

Laitoksen työntekijöiden yhteenlaskettu kollektiivinen säteilyannos oli vuonna 2007 kaikkien aikojen pienin (0,7 manSv). Myös keskiarvo, joka lasketaan 10 suurimman annoksen saaneiden henkilön säteilyannoksesta, on laskenut viime vuosien aika-

na ja se oli 7,76 mSv vuonna 2007. Säteilyannokset kertyvät pääasiassa vuosihuolloissa tehtyjen töiden aikana. Vuonna 2007 Loviisan laitoksen molempien laitosyksiköiden vuosihuoltoseisokit olivat ajaltaan lyhytkestoiset ja säteilysuojelullisesti merkittäviä töitä oli vähän. Loviisan voimalaitoksella on säteilyannoksia pyritty pienentämään asettamalla selkeitä tavoitteita. Alhainen annos on myös Loviisan säteilysuojeluhenkilökunnan kokemuksen kasvun ja työpaikkakohtaisen valvonnan tehostamisen ansiota.

Laitosten radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön olivat pieniä ja ne alittivat selvästi asetetut päästörajat, kuten aikaisempinakin vuosina. Tätä selittää osittain se, että polttoainevuotoja ei ole ollut lähes 10 vuoteen.

### ***Laitoksen parantamiseen on investoitu pitkäjänteisesti***

Loviisan voimalaitoksella on kiinnitetty huomiota laitoksen käyttöiän hallintaan. Vuosina 1997–2000 toteutettiin merkittävät laitosten tehonkorotus- ja modernisointiprojektit. Lisäksi voimalaitoksen parantamiseen on investoitu vuosina 2004–2006 keskimääräistä enemmän.

Loviisan voimalaitoksen onnettomuusriski on viimeisen kymmenen vuoden aikana jatkuvasti pienentynyt ja riskianalyysin laajennusten yhteydessä havaittuja uusia riskitekijöitä on poistettu tehokkaasti. Loviisan laitosyksiköille laskettu vuotuinen vakavan reaktorionnettomuuden todennäköisyys oli hyvin pieni ( $n. 9,2 \cdot 10^{-5}$ ). Tunnusluku pieneni vuonna 2007, koska vuoden aikana valmistui uusi merivesilinja. Uuden merivesilinjan avulla sammutetun laitoksen jäähdytykseen tarvittava merivesi voidaan ottaa vaihtoehtoisesti poistokanavasta. Tämä muutos pienentää riskiä tilanteissa, joissa levä, suppojaa tai öljypäästö vaarantavat meriveden saannin tavanomaisen reitin kautta.

Merkittävimmät onnettomuusriskin aiheuttajat Loviisan voimalaitoksella ovat seisokin aikaiset laitoksen sisäiset tapahtumat (mm. raskaan taa-kan pudotus ja reaktorin säätöön käytettävän boorin äkillisen laimenemisen aiheuttama tehopiikki), tulipalot, korkea meriveden pinta tehokäytön aikana ja öljyonnettomuus polttoaineenvaihtoseisokin aikana.

Vuonna 2007 merkittävimmät investoinnit olivat automaatiouudistus, jäte-, varasto- ja dekontaminaatiotilojen perusparannus, irtokappalevalvon-

tajärjestelmän uusiminen, sekundääripiirin turvallisuuden parantaminen, vedynpolttolaitoksen happi- ja vetyanalysaattoreiden uusiminen sekä polttoainetelineiden uusiminen. Projektit jatkuvat vielä vuonna 2008, jolloin uudistetaan myös LO1:n korkeapaineiset hätäjäähdytyspumput, polttoaineen vaihtokone ja primääripiirin paineenhallinta.

### **Asiakirjojen päivitysmenettelyissä kehitettävää**

Molempien laitostyöyksiköiden vuosihuollot sisälsivät vain vähän muutoksia laitoksen järjestelmiin, rakenteisiin tai laitteisiin vuonna 2007, joten päivitettäviä asiakirjoja oli vähän ja ne päivitettiin edellisten vuosien tapaan hyvin. Laitoksen menettelynä on ollut päivittää hätä- ja häiriöohjeensa sekä perustilautusohjeensa, mutta käyttöohjeissa vähäiset muutokset on väliaikaisesti korvattu ohjeen yhteyteen liitettävällä koulutustiedotteella. Koska automaatiouudistuksen yhteydessä päivitystarve tulee lisääntymään, käyttöohjeiden päivitysmenettelyjä on parannettava.

### **Käyttötapahtumat**

***Käyttötapahtumia** koskevilla tunnusluvulla seurataan laitoksen erikoistilanteita ja huomattavia häiriöitä. Erikoistilanteita ovat sellaiset tapahtumat, joilla on merkitystä laitoksen, henkilöstön tai ympäristön turvallisuuden kannalta. Erikoistilanteista tulee laatia erikoisraportti. Vastaavasti huomattavista laitostyöyksikön toiminnan häiriöistä tulee laatia häiriöraportti. Tällaisia häiriöitä ovat mm. reaktorin tai turbiinin pikasulku tai muut käyttöhäiriöt, jotka johtavat pakotettuun, yli 5%:n alennukseen reaktorin tai bruttosähkötehosta*

*Riskitunnusluvuilla seurataan laitteiden epäkäytettävyyksien turvallisuusmerkitystä ja ydinvoimalaitoksen riskitason kehittymistä. Tulosten avulla saadaan viitteitä laitoksen käyttötoiminnasta ja käyttökokemustoiminnan tehokkuudesta.*

### **Tapahtumia oli vähän ja niiden riskimerkitys oli pieni**

Erikoisraportoitujen tapahtumien määrä on Loviisan laitoksella pysynyt pienenä. Vuonna 2007 havaittiin kaksi sähköjärjestelmiä koskenutta turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaista tapahtumaa: 1) edellisessä vuosihuollossa oli jäänyt virheellisesti käyttöön väliaikaiskytkentä ja 2) vuosihuollossa 2007 dieselkiskon ylivirtarele laukesi virheellisesti.

Molempien tapahtumien turvallisuusvaikutus oli pieni, mutta niiden perusteella käynnistettiin turvallisuutta parantavia toimenpiteitä. Ensimmäisen tapauksen perusteella täsmennettiin muutostöiden koordinoitua ja toteuttamista koskevia menettelyjä, tarkennettiin töiden vaiheistusta työtilausjärjestelmässä ja täydennettiin sähkötöiden tarkastusohjeistoa. Jälkimmäisessä tapauksessa korjaavat toimenpiteet kohdistuivat tapahtuman teknisten syiden selvittämiseen. Ylivirtareleen laukeamiseen johtaneiden syiden selvittely on meneillään, ja lisäksi kartoitetaan mahdollisuuksia dieselin apujärjestelmien sähkönsyötön varmentamiseen.

Käyttöhäiriöiden määrä on myös pysynyt kohtuullisella tasolla vuodesta 2002. Vuosittain on raportoitu 5–9 häiriötä. Vuosina 2005–2007 ei ollut myöskään yhtään reaktoripikasulkua. Reaktoripikasulkuja on ollut Loviisassa yleensäkin vähän osittain siksi, että turbiineja on kaksi. Reaktori pysyy teholla, vaikka toinen turbiini menisi häiriön vuoksi pikasulkuun.

Laitevioista, ennakkuhuolloista ja muista tapahtumista aiheutuneiden epäkäytettävyyksien vaikutus vuosittaiseen onnettomuusriskiin oli hyvin pieni, LO1:llä noin 0,9 % ja LO2:lla noin 2 %. Riskin kannalta merkityksellisimpiä olivat muuttamat yksittäiset laiteviat ja apuhätäsyöttövesijärjestelmän osajärjestelmien ennakkuhuollot.

### **Paloturvallisuus on kehittynyt myönteisesti**

Loviisan voimalaitoksella paloturvallisuus on parantunut hieman vuonna 2007 verrattuna aikaisempiin vuosiin. Loviisan voimalaitoksella ei ollut vuonna 2007 paloiksi luokiteltavia tapahtumia ja ilmaisimien oikeat hälytykset sekä laiteviat vä-

henivät hieman. Hälytysten määrään vaikuttavat esim. kunnossapitotöiden määrä, ilmaisimien kytkeminen irti töiden takia riittävän laajalta alueelta ja paloilmoitinlaitteiden luotettavampi toiminta. Ilmaisimien hälytykset aiheutuivat lähinnä pölystä, käyrystä tai kosteudesta.

### Rakenteellinen eheys

***Rakenteellista eheyttä** arvioidaan radioaktiivisten aineiden päästöjä rajoittavien moninkertaisten esteiden – polttoaineen, primääri- ja sekundääripiirin sekä suojarakennuksen – tiiviyden perusteella. Eheyden tulee vastata asetettuja tavoitteita ja tunnusluvut eivät saa osoittaa merkittävää heikkenemistä.*

*Polttoaineen eheyttä seurataan primäärijäähdytteen radioaktiivisuuden ja vuotavien polttoainepippujen lukumäärän avulla.*

*Vesikemian tunnusluvuilla seurataan ja valvotaan primääri- ja sekundääripiirin eheyttä. Seuranta tehdään vesikemian ylläpitoa kuvaavien indeksien avulla sekä valittujen korroosiota aiheuttavien epäpuhtauksien ja korroosiotuotteiden pitoisuuksien avulla.*

*Suojarakennuksen tiiviyttä arvioidaan tarkastamalla eristysventtiilien, läpivientien ja kulkuaukkojen tiiveyttä.*

### *Radioaktiivisuuden leviämisesteet ovat kunnossa*

Radioaktiivisia päästöjä rajoittavien esteiden rakenteellinen eheys on pysynyt hyvänä. Loviisan laitossyksiköillä ei ole ollut polttoainevuotoja vuoden 1999 jälkeen eikä vuonna 2007 primääri- tai sekundääripiirin eheyttä kuvaavissa tunnusluvuissa tapahtunut oleellisia muutoksia. Vesikemian indeksi, joka on yhdistelmä sekundääripiirin parametreista, oli LO1:llä lähes parhaimmassa mahdollisessa arvossa. LO2:lla indeksi oli hieman LO1:n indeksiä huonompi, mihin olivat syynä vuosihuollon jälkeiset epäpuhtaudet sekundääripiirissä.

Molempien laitossyksiköiden suojarakennuksen eristysventtiilien, läpivientien ja kulkuaukkojen vuodot olivat pieniä. Suuri osa erityisventtiileistä läpäisi tiiveyskokeen ensimmäisellä kerralla.

## Olkiluodon voimalaitos

### Yhteenveto

Olkiluodon voimalaitoksella radioaktiivisuuden leviämistä rajoittavat rakenteelliset esteet ovat pysyneet kunnossa. Laitosyksiköillä on ollut polttoainevuotoja lähes vuosittain, mutta vuodot ovat pysyneet hyvin pieninä ja vuotavat niput on poistettu aina seuraavassa vuosihuollossa.

Vuonna 2007 OL2-yksiköllä tapahtui kolme reaktorin pikasulkua. Nämä olivat ydinturvallisuuden kannalta merkittävimmät tapahtumat Olkiluodon laitosyksiköillä. Pikasulkutapahtumien tekniset syyt olivat kuitenkin erilaisia.

Reaktoripikasulkujen lisäksi laitos raportoi kolmesta muusta erikoistilanteesta. Erikoistilanteet ja niiden välittömät syyt olivat erilaisia, mutta tapahtumille yhteisiksi tekijöiksi tunnistettiin puutteita laitoksen tilan ja tietojen hallinnassa, erityisesti muutostöiden yhteydessä.

Työntekijöiden säteilyannokset olivat aikaisempien vuosien tapaan alhaiset. Laitoksen käyttökerhoimet olivat korkeat ja viat aiheuttivat vain vähäisiä tuotannonmenetyksiä, toisin OL2-yksiköllä oli vikojen aiheuttamia tuotannonmenetyksiä hieman enemmän kuin viime vuonna.

Vuonna 2007 ennakkohuoltoja oli selvästi vähemmän kuin vuonna 2006. Ennakkohuoltotöiden määrä vaihtelee vuosittain vuosihuoltoihin valittujen töiden perusteella. Merkittävistä investoinneista 2007 valmistuivat täyssuolanpoistolaitoksen uudistustyöt, laboratorion laajennus ja bitumointilaitteiston uusinta ja uusi kaatopaikka. Jäljempänä ydinturvallisuuden tunnusluvut esitetään tarkemmin tunnuslukualueittain.

## Turvallisuus- ja laatukulttuuri

*Turvallisuus- ja laatukulttuuria* arvioidaan laitoksen käyttöä ja kunnossapitoa sekä säteilysuojelua koskevien tietojen perusteella. Laitoksen käyttöä ja kunnossapitoa seurataan turvalliseen käyttöön vaikuttavien laitteiden vika- ja kunnossapitotietojen sekä turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) noudattamisen avulla. Säteilynsuojelun onnistumista tarkastellaan työntekijöiden säteilyannosten ja radioaktiivisten ympäristöpäästöjen perusteella. Lisäksi turvallisuus- ja laatukulttuuria arvioitaessa huomiota kiinnitetään laitoksen parantamiseksi tehtyihin investointeihin ja laitosdokumentaation ajantasaisuuteen.

### Turvallisuudelle tärkeät laitteet on pidetty kunnossa

Turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) alaisien laitteiden vikojen määrä on laskenut vuodesta 2004. Vuonna 2007 vikojen määrä kuitenkin nousi hieman edellisvuoteen verrattuna. Turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) alaisten laitteiden vikojen määrää ja kunnossapitoa koskevat tunnusluvut osoittavat kuitenkin, että laitoksen käyttöön hallinta ja kunnossapitotoiminta on asianmukaista.

Kunnossapitotöihin sisältyvät vikakorjaukset ja ennakkohuollot. Vuoteen 2006 verrattuna kunnossapitotöiden määrä laski yli 22 prosenttia, koska ennakkohuoltoja tehtiin vähemmän. Ennakkohuoltotöiden lukumäärä vaihtelee eri vuosina seisokkeihin ja ennakkohuoltopaketteihin valittujen töiden perusteella.

Vuonna 2007 keskimääräinen korjausaika piteni: OL1:llä puolitoistakertaiseksi ja OL2:lla yli kuusinkertaiseksi. Muutokset johtuvat yksittäisten vikojen pitkistä korjausajoista. OL1:llä muutosta selittää uuden 110 V:n tasasuuntaajan asentamisen jälkeen ilmenneet ongelmat, joiden korjaus kesti lähes 3 vuorokautta. Vastaavasti OL2:lla määräaikaiskoestuksissa todettiin, että puhallusjärjestelmän säätöventtiili ei sulkeudu. Vika paikallistettiin suojarakennuksessa olevaan moottoriin, minne normaalin käytön aikana ei pääse. Tämä vuoksi käyttökunnottomuusaika kasvoi 24 vuorokauteen. Vikojen keskimääräinen korjausaika on kasvanut lievästi vuodesta 2003 alkaen.

### ***Laitoksen turvallisuusjärjestelmät olivat kunnossa***

Suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän epäkäytettävyys on laskenut vuodesta 2004 alkaen. Vuonna 2007 järjestelmät olivat molemmilla laitosyksiköillä täysin käyttökuntoisia.

Apusyöttöveden käytettävyys parani molemmilla laitosyksiköillä. Vuonna 2006 OL1:n korkeampi epäkäytettävyys johtui apusyöttövesijärjestelmän kierrätys- ja varoventtiilien vioista. Tilanteen korjaamiseksi kierrätyslinjan venttiilien toimilaitemoottorien momenttiarvoja muutettiin ja suunniteltiin varoventtiileille erillinen koestuslinja. Ensimmäinen koestuslinja rakennetaan OL1:lle vuoden 2008 vuosihuollossa.

Dieseiden käytettävyys on kasvanut vuodesta 2004 ja vuonna 2007 niiden kunto arvioitiin hyväksi, koska viime vuosina on ollut vähemmän dieseliä käytettävyyteen merkittävästi vaikuttaneita vikoja. Tämä kuvastaa ennakkuhoito-ohjelmien toimivuutta ja tehtyjen toimenpiteiden oikea-aikaisuutta.

### ***Työntekijöiden säteilyannokset pysyivät pieninä***

Olkiluodon voimalaitoksen kollektiivinen säteilyannos oli vuonna 2007 aikaisempia vuosia alhaisempi, 1,2 mSv. Ydinvoimalaitosten työntekijöiden säteilyannokset alittavat henkilökohtaiset annosrajat ja kymmenen suurimman annoksen keskiarvo oli 7,7 mSv, mikä oli pienempi kuin edellisinä vuosina.

Olkiluodon ydinvoimalaitosten radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön olivat pienet ja ne alittavat selvästi asetetut päästöraajat. Laitoksella

käyttöönotetut prosessivesien puhdistus- ja käsittelylaitteistot ovat vähentäneet päästöjä mereen. Laitoksen päästöistä aiheutuva ympäristön altistuneimman henkilön laskennallinen annos oli myös pienempi. Annokset olivat alle 0,1 % valtioneuvoston päätöksessä (395/1991) asetetusta rajasta (100 mikroSv).

### ***Laitoksen käyttöön hallintaan on investoitu pitkäjänteisesti***

Yksiköiden tehonkorotuksiin ja uudistamiseen on investoitu merkittävästi vuosina 1994–2007. Olkiluodon voimalaitoksen merkittävimmät onnettomuusriskin aiheuttajat ovat tehokäytön aikaiset sisäiset tapahtumat (käyttöhäiriöön johtavat laiteviat ja putkimurtumat) sekä Suomessa mahdollisiksi arvioitujen maanjäristysten seurauksena esiintyvät releiden toimintahäiriöt. Olkiluodon kummallekin laitosyksikölle laskettu vuotuinen vakavan reaktorionnettomuuden todennäköisyys on hyvin pieni (noin  $1,6 \cdot 10^{-5}$ ). Tunnusluku on viime vuosina laskenut lievästi, koska laitoksella on toteutettu pieniä parannuksia. Viat aiheuttivat tuotannonmenetyksiä OL2:lla hieman enemmän kuin aikaisempina vuosina.

Merkittävistä investoinneista vuonna 2007 valmistuivat täyssuolanpoistolaitoksen uudistustyöt, laboratorion laajennus, bitumointilaitteiston uusinta ja uusi kaatopaikka. Lisäksi vuonna 2007 jatkettiin kaasuturbiinin rakentamista, aloitettiin matalapaineturbiinien uusinta ja käynnistettiin uusien generaattorien hankinta.

### ***Laitosmuutokset päivitettiin asiakirjoihin nopeasti***

STUKin tunnuslukua varten seuraamien merkittävien laitosmuutosten aiheuttamat päivitystarpeet tehtiin asiakirjoihin vuonna 2007 edellisten vuosien tapaan ripeästi, vuosihuollossa ennen laitoksen ylösajoa. Olkiluodon voimalaitoksella asiakirjamuutostarpeita ja niiden toteuttamista seurataan muutostöiden projektinhallintajärjestelmässä. Vuoden 2007 tunnusluku perustuu OL2:lla vuosihuollossa toteutettujen muutostöiden aiheuttamien päivitystarpeiden tunnistamiseen ja niiden toteuttamisen seurantaan. Vuonna 2007 ohjeistojen muutokset olivat vähäisempiä kuin vuosina 2005 ja 2006, jolloin tehtiin suuria modernisointitöitä turbiinipuolella.



## Käyttötapahtumat

**Käyttötapahtumia** koskevilla tunnusluvulla seurataan laitoksen erikoistilanteita ja huomattavia häiriöitä. Erikoistilanteita ovat sellaiset tapahtumat, joilla on merkitystä laitoksen, henkilöstön tai ympäristön turvallisuuden kannalta. Erikoistilanteista tulee laatia erikoisraportti. Vastaavasti huomattavista laitosyksikön toiminnan häiriöistä tulee laatia häiriöraportti. Tällaisia häiriöitä ovat mm. reaktorin tai turbiinin pikasulku tai muut käyttöhäiriöt, jotka johtavat pakotettuun, yli 5%:n alennukseen reaktorin tai bruttosähkötehosta

Riskitunnusluvuilla seurataan laitteiden epäkäyttävyyksien turvallisuusmerkitystä ja ydinvoimalaitoksen riskitason kehittymistä. Tulosten avulla saadaan viitteitä laitoksen käyttötoiminnasta ja käyttökokemustoiminnan tehokkuudesta.

### Laitoksen käytössä noudatettiin turvallisuusteknisiä käyttöehtoja

Käyttötoiminnassa noudatettiin turvallisuusteknisten käyttöehtojen rajoituksia. Vuoden 2007 aikana Olkiluodon laitoksella toimittiin kahdesti vastoin turvallisuusteknisiä käyttöehtoja ja havaittiin yksi virhe reaktorin valvontaohjelmistossa.

Erikoistilanteiden ja käyttöhäiriöiden määrässä ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia viime vuosina. Vuonna 2007 Olkiluodon voimalaitos raportoi neljästä erikoistilanteesta, jotka koskivat ulospuhallusjärjestelmän venttiilien määräaikaikokeiden tekemistä TTKE:sta poikkeavassa käyttötilassa, Olkiluoto 2:n reaktoripikasulkua 4.9.2007, kelpoistamattomien ja väärien sulakkeiden käyttöä turvajärjestelmissä ja suojarakennusten lukitsemattomia eristysventtiilejä.

### Käyttötoiminnan rutiinit vaativat jatkuvaa parantamista

Erikoisraportoidut tapahtumat ja niiden välittömät syyt olivat erilaisia, mutta niiden syntyyn vaikuttaneet tekijät olivat osin samankaltaisia. Yhteiset tekijät liittyvät laitoksen tilan ja tiedon hallintaan, erityisesti muutosten yhteydessä. TVO on aloittanut useita kehitystoimia, joiden tavoitteena on varmistaa, että laitokselle vietävät lait-

teet ovat suunnitelmien mukaisia ja että niiden tila sekä ohjeet vastaavat vaatimuksia.

OL1:n reaktorin valvontajärjestelmä oli ohjelmoitu käyttämään virheellisiä lähtötietoja yhden polttoainenipputyypin osalta. Tämän seurauksena marginaali jäähdytystä heikentävien käyttöhäiriöiden varalta oli reaktorisydämen valvontajärjestelmän ilmoittamaa pienempi. Ongelma havaittiin TVO:n omissa tarkastuksissa ja ohjelmavirhe korjattiin.

### OL2:lla oli kolme reaktoripikasulkua

OL2:n kolme reaktoripikasulkua olivat ydinturvallisuusriskin kannalta merkittävimmät tapahtumat Olkiluodon voimalaitoksilla vuonna 2007. Viime vuosina laitoksilla on tapahtunut yksi pikasulku keskimäärin kerran kahdessa vuodessa, joten vuoden 2007 pikasulkujen määrä oli tavanomaista suurempi. Pikasulkutapahtumien syyt olivat kuitenkin erilaisia ja ydin- ja säteilyturvallisuutta uhkaavia tilanteita ei syntynyt.

Lisäksi voimalaitos raportoi kolmesta käyttöhäiriöstä: 1) OL1:n syöttövesipumpun liukurengas-tiivisteiden vikaantuminen, 2) tulipalon alku OL2:n turbiinilaitoksella ja 3) OL2:n pääkiertopumpun virheellinen toiminta ja höyryvuoto turbiinipuolella. Tapahtumat eivät vaikuttaneet turvallisuuteen, mutta ne aiheuttivat tuotannonmenetyksiä.

### Tapahtumilla ei ollut merkittävää vaikutusta ydinturvallisuuteen

Laitevioista, ennakko- ja huolto- ja muista tapahtumista aiheutuneiden epäkäyttävyyksien vaikutus vuosittaiseen onnettomuusriskiin oli noin 6 % molemmilla laitosyksiköillä. Tämä johtui dieseleiden ennakko- ja huoltopakettien pitkäkestoisuudesta ja turvallisuusjärjestelmien piilevistä laitevioista. Tavoitetaso ylitykset eivät edellyttäneet erityisiä STUKin toimenpiteitä.

### Pieniä tulipaloja sattui tavanomaista enemmän

Olkiluodon voimalaitoksen paloturvallisuus on pysynyt aikaisempien vuosien tasolla. Vuonna 2007 voimalaitoksella oli viisi pientä tulipaloksi luokiteltavaa tapahtumaa. Ilmaisimien hälytyksiä oli aikaisempaa vähemmän. Hälytykset aiheutuivat polystä, käyrystä tai kosteudesta.



## Rakenteellinen eheys

***Rakenteellista eheyttä** arvioidaan radioaktiivisten aineiden päästöjä rajoittavien moninkertaisten esteiden – polttoaineen, primääripiirin sekä suojarakennuksen – tiiviyden perusteella. Eheyden tulee vastata asetettuja tavoitteita ja tunnusluvut eivät saa osoittaa merkittävää heikkenemistä.*

*Polttoaineen eheyttä seurataan primäärijäähdytteen radioaktiivisuuden ja vuotavien polttoainepippujen lukumäärän avulla.*

*Vesikemian tunnusluvuilla seurataan ja valutetaan primääripiirin eheyttä. Seuranta tehdään vesikemian ylläpitoa kuvaavien indeksien avulla sekä valittujen korroosiota aiheuttavien epäpuhtauksien ja korroosiotuotteiden pitoisuuksien avulla.*

*Suojarakennuksen tiiviyttä arvioidaan tarkastamalla eristysventtiilien, läpivientien ja kulkuaukkojen tiiveyttä.*

### **Radioaktiivisuuden leviämisesteet olivat toimintakuntoiset**

Olkiluodon laitosyksiköillä ei polttoaineen tai primääripiirin eheyttä kuvaavissa tunnusluvuissa tapahtunut oleellisia muutoksia vuonna 2007. Tunnuslukujen perusteella radioaktiivisten aineiden leviämistä rajoittavien esteiden rakenteellinen

eheys on pysynyt hyvänä.

Polttoainevuotoja laitosyksiköillä on ollut lähes joka vuosi, mutta vuodot ovat pysyneet pieninä ja vuotavat niput on poistettu seuraavassa vuosihuollossa. OL2:n reaktorissa oli alkuvuonna vuotavaa polttoainetta. Vuoto oli alkanut kesällä 2006, ja vuotava polttoainepippu poistettiin vuosihuollossa 2007. Vesikemian indeksi, joka antaa yleiskuvan vesikemiallisista olosuhteista, oli kummallakin laitosyksiköllä parhaimmassa mahdollisessa arvossa.

Suojarakennuksen tunnistetut vuodot nousivat OL1:llä, mutta mikään yksittäinen tekijä ei selitä muutosta. Vastaavasti OL2:lla suojarakennuksen vuodot laskivat hieman. Primääripiirin tunnistamattomien vuotojen määrät olivat edelleen pieniä. Suojarakennuksen sisäisen suurimman vuotomäärän suhde TTKE:n sallimaan vuotomäärään oli pieni kummallakin laitosyksiköllä. Tämä oli neljäs peräkkäinen käyttöjakso, jolloin primääripiirin vuotoja ei ollut juuri lainkaan suojarakennuksen ilmatilaan.

Molempien laitosyksiköiden suojarakennuksen läpivientien ja kulkuaukkojen vuodot olivat pieniä. Suurin osa eristysventtiileistä läpäisi tiiveyskokeen ensimmäisellä kerralla. OL1:n eristysventtiilin vuodot olivat pieniä. Sen sijaan OL2:lla ulompien eristysventtiilien tiiveyskoestustulosten summa ylitti TTKE:ssa asetetun rajan. Lähes puolet summavuodosta oli yhden venttiilin kautta. Korjausten jälkeisten tiiveyskokeiden jälkeen summavuoto täytti TTKE-vaatimukset.



## Tunnusluvut

### A.I Turvallisuus- ja laatukulttuuri

#### A.I.1 Viat ja niiden korjaaminen

##### A.I.1a TTKE-laitteiden viat

###### Määritelmä

Tunnuslukuna seurataan turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) alaisten laitteiden (TTKE-laitteiden) käyttökunnottomuutta aiheuttaneiden vikojen määrää tehokäytön aikana. Viat jaetaan laitosyksikkökohtaisesti kahteen ryhmään; välittömästi käyttörajoituksen aiheuttaneet viat ja korjaustyön yhteydessä käyttörajoituksen aiheuttaneet viat.

###### Tiedot

Tiedot saadaan voimalaitosten työtilausjärjestelmistä ja käyttötoiminnan asiakirjoista.

###### Tarkoitus

Tunnuslukua käytetään laitosten käyttöiän hallinnan ja laitteiden kunnon kehityksen arviointiin.

###### Vastuutoimisto ja -henkilöt

Organisaatiot ja käyttötoiminta (OKA), paikallistarkastajat

Pauli Kopiloff (Loviisan laitoksen tiedot)

Jarmo Konsi (Olkiluodon laitoksen tiedot)

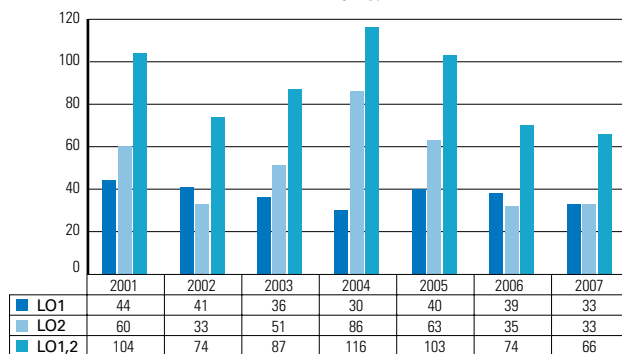
###### Tunnusluvun tulkinta

###### Loviisa

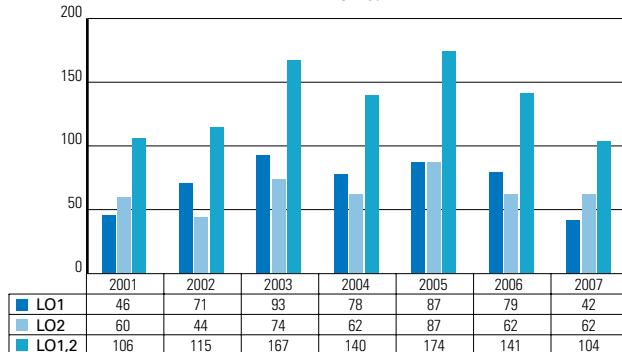
TTKE:n alaisten laitteiden käyttörajoituksen aiheuttaneiden vikojen kokonaismäärä vuonna 2007 laski edellisen vuoden 211:sta 172:een. Muutos johtuu pääosin LO1-yksikön käyttörajoituksen aiheuttaneiden vikojen määrän laskusta. Vikojen kokonaismäärä oli vuonna 2007 merkittävästi alle neljän edeltäneen vuoden keskiarvon 250.

Viime vuosien aikana vikojen vuotuiset määrät ovat pysyneet suhteellisen vakaalla tasolla. Niissä esiintyvä vaihtelu johtuu suuressa laitemäärässä esiintyvien normaalien vaikeasti ennakoitavien vikojen satunnaisesta ilmenemisestä. Vuonna 2007 jatkunut käyttörajoituksen aiheuttaneiden vikojen määrän laskeva trendi on laitoksen ylläpitotoi-

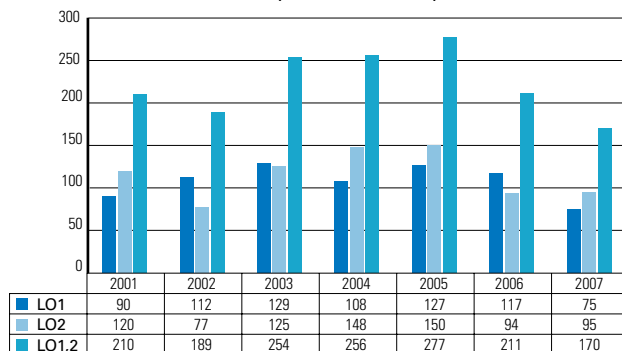
TTKE-laitteiden viat: välitön käyttörajoitus viasta, Loviisa



TTKE-laitteiden viat: käyttörajoitus korjaustyön alusta, Loviisa



Käyttörajoitusten määrä tehokäytön aikana, Loviisa (TTKE-laitteiden viat)



minnan tuloksen kannalta hyvä asia, mutta edellä todetun johdosta sen perusteella ei voida yksistään tehdä varmoja tulkintoja käyttöiän hallinnasta ja laitteiden kunnosta.

Loviisan laitoksella ylläpitotoiminnassa on jatkuvasti parannettu vikojen havaitsemista ja ennakkointia sekä laitteita uusittu. Näiden toimenpiteiden johdosta laitosten turvalliseen käyttöön vaikuttavien laitteiden vikojen määrä on pysynyt hallinnassa ja saatu viime vuosina laskemaan. Edellisen perusteella voidaan todeta, että laitoksen ikääntymiseen liittyvää mahdollista kielteistä vaikutusta ei ole havaittavissa tunnusluvussa tai sen taustalla olevissa vikatiedoissa, mikä on osoitus laitteiden käyttöiän hallinnan toimivuudesta ja laitteiden onnistuneesta kunnossapidosta. Tunnusluvun tulkinta

### Olkiluoto

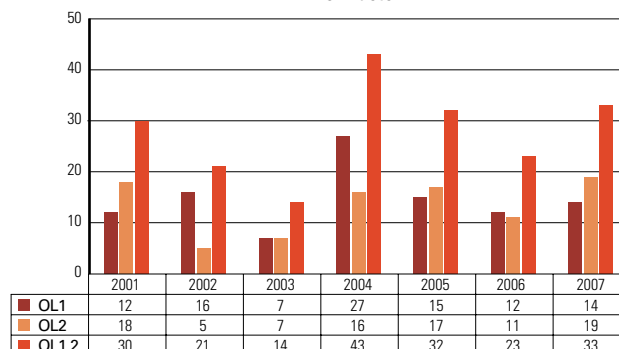
Turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) alaisen laitteiden (TTKE-laitteiden) käyttökunnottomuutta aiheuttaneiden vikojen määrä tehokäytön aikana on laskenut vuodesta 2004 alkaen, paitsi vuonna 2007 tapahtui jonkin verran nousua. Vikojen määrän perusteella kunnossapito on toimivaa.

Välittömiä käyttörajoituksia aiheutui mm. sammutetun reaktorin välijäähdytysjärjestelmän 721 pumppujen P1–P4 moottorien sulakkeissa todetun väärän jännitetasen takia. OL1:llä väärät sulakkeet olivat kaikissa pumpuissa ja OL2:lla yhdessä pumpussa. Havainto johti TTKE-vaatimukseen ”Alasajo kylmään sammutustilaan”. Sulakkeiden vaihto pystyttiin hoitamaan nopeasti, joten erotusajat eivät muodostuneet pitkiksi. Väärän tyyppisiä sulakkeita havaittiin myös muissakin kohteissa.

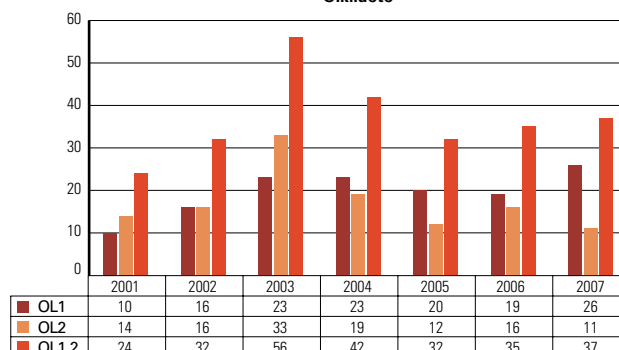
Sammutetun reaktorin välijäähdytysjärjestelmän 721 levylämmönvaihtimien kapasiteettimitauksia suoritetaan säännöllisesti. Mittauksissa todettiin kummallakin laitosyksiköllä useita kapasiteettivaatimuksen alituksia, jolloin toimenpiteenä on lämmönvaihtimen puhdistus. Puhdistukset aiheuttavat erotettaessa käyttörajoituksen ja yhden lämmönvaihtimen pesu kestää vajaa 10 h. Asiasta on keskusteltu TVO:n edustajien kanssa

ja TVO:ssa onkin tehty toimenpide-ehdotus levylämmönvaihtimien levyjen lisäämiseksi. TVO tarkistaa kapasiteettimääritelmiä uudelleen mm. sammutetun reaktorin merivesijärjestelmän 712 lisääntyneen virtauksen takia. Näillä toimilla on mahdollista saavuttaa suurempi ”likaantumisvara” kapasiteettilaskelmiin. STUKin tarkastuksissa seurataan ehdotuksen toteutumista.

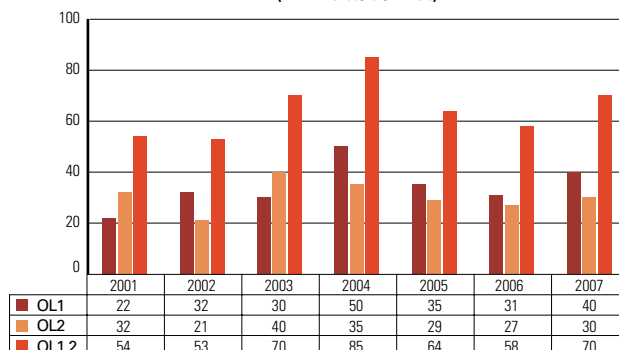
TTKE-laitteiden viat: välitön käyttörajoitus viasta, Olkiluoto



TTKE-laitteiden viat: käyttörajoitus korjaustyön alusta, Olkiluoto



Käyttörajoitusten määrä tehokäytön aikana, Olkiluoto (TTKE-laitteiden viat)



**A.1.1b TTKE-laitteiden kunnossapito****Määritelmä**

Tunnusluvulla seurataan turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) alaisten laitteiden vikakorjausten ja ennakkohuoltotöiden lukumääriä laitossyksikkökohtaisesti.

**Tiedot**

Tiedot saadaan laitoksen työtilausjärjestelmästä, joista haetaan kaikki turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden ennakkohuolto- ja vikakorjaustyöt.

**Tarkoitus**

Tunnusluku antaa kuvan ennakkohuoltotöiden ja vikakorjaustöiden suhteesta ja kuvaa laitoksen kuntoa sekä kunnossapitostrategiaa. Tunnuslukua käytetään laitoksella toteutettavan kunnossapitostrategian arviointiin.

**Vastuutoimisto ja -henkilöt**

Organisaatiot ja käyttötoiminta (OKA),

paikallistarkastajat

Pauli Kopiloff (Loviisan laitoksen tiedot)

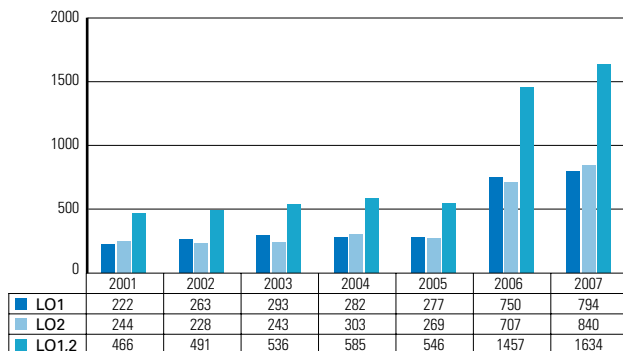
Jarmo Konsi (Olkiluodon laitoksen tiedot)

**Tunnusluvun tulkinta****Loviisa**

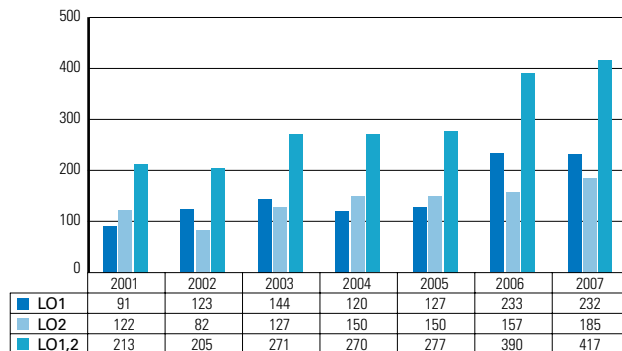
Loviisan voimalaitoslaitoksella otettiin vuonna 2006 käyttöön LOMAX-tietojärjestelmän, jolla korvattiin käytössä ollut LOTI-järjestelmä. Muutos mahdollisti TTKE-laitteiden kunnossapidon tunnusluvun parantamisen niin, että jatkossa vuotuiset kunnossapitotyöt sisältävät myös ne TTKE:n alaisten laitteiden työt, joihin ei liittynyt käyttörajoitusta. Tunnuslukuun tehdyn muutoksen vuoksi vuosien 2006 ja 2007 tunnusluvut eivät ole suoraan vertailukelpoisia aiempien lukujen kanssa. Tunnusluvun muutosvaiheeseen liittyen on vuoden 2006 lukuihin tehty nyt muutoksia, sillä ne sisälsivät tietojärjestelmän muutoksen yhteydessä syntyneitä tulkinta ongelmia, jotka on nyt tarkastettu ja korjattu. Tietojärjestelmän muutoksen vuoksi vuoden 2007 kunnossapidon luvut vertailukelpoisia vain vuoden 2006 korjattuihin arvoihin nähden.

Laitosyksiköllä ei tapahtunut vuonna 2007 merkittävää muutosta TTKE:n alaisten laitteiden vikakorjausten määrissä verrattuna edelliseen vuoteen. Ennakkohuoltotöiden osalta luvuissa on

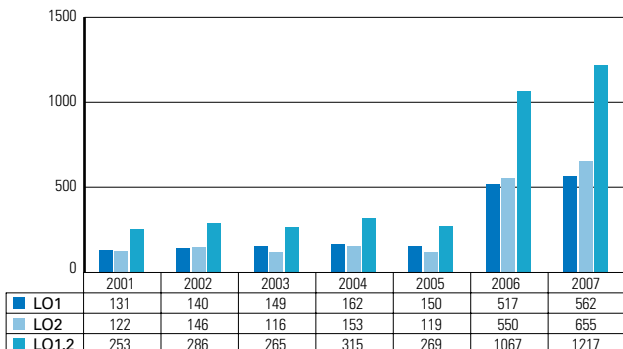
TTKE-laitteiden vuotuiset kunnossapitotyöt,  
Loviisa



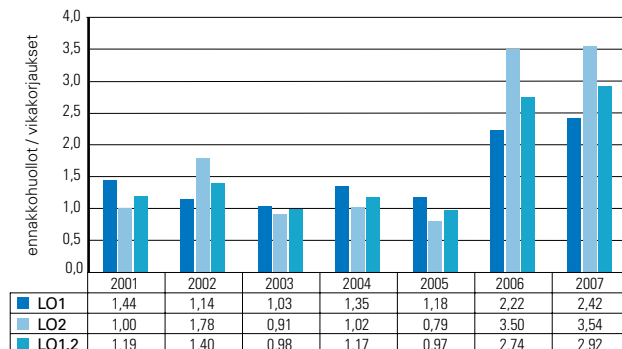
TTKE-laitteiden vikakorjaukset,  
Loviisa



TTKE-laitteiden ennakkohuollot,  
Loviisa



TTKE-laitteiden kunnossapito,  
Loviisa



selvää kasvua niin, että LO1:llä lukumäärä kasvoi 45:llä (8 %) ja LO2:lla 105:llä (19 %) vuoteen 2006 verrattuna.

Tunnusluvun taustalla olevien tietojen perusteella vuosi 2007 ei vikakorjausten tai ennakkohuoltojen osalta poikennut merkittävästi edeltäneistä vuosista. Ennakkohuoltojen ja vikakorjausten suhde vuonna 2007 oli 2,92 kun se 2006 oli 2,74. Ennakkohuoltotoiminnan suhteellisen osuuden kasvu kunnossapidon luvuissa kuvaa valitua kunnossapitostrategiaa. Strategian tuloksena vikojen määrä ja niiden vaikutukset on onnistuttu pitämään hyväksyttävällä tasolla.

Vikakorjauksissa ja erityisesti ennakkohuoltojen lukumäärissä esiintyvän vaihteluun arvioinnissa tulee ottaa huomioon kunnossapitostrategiaan sisältyvä erilaisten vuosihuoltojen (polttoaineen vaihtoseisokki; 4-vuotis vuosihuolto; lyhyt vuosihuolto; 8-vuotis vuosihuolto) 4 vuoden kierrolla toteutettava jaksotus, joka voi vaikuttaa merkittävästi vuotuisiin lukuihin. Tunnusluvun vakaata tasoa, jossa lukujen muutokset johtuvat pääosin vuosihuoltorytmituksen aiheuttamasta vaihtelusta, voidaan pitää osoituksena toimivasta kunnossapitostrategiasta.

## Tunnusluvun tulkinta

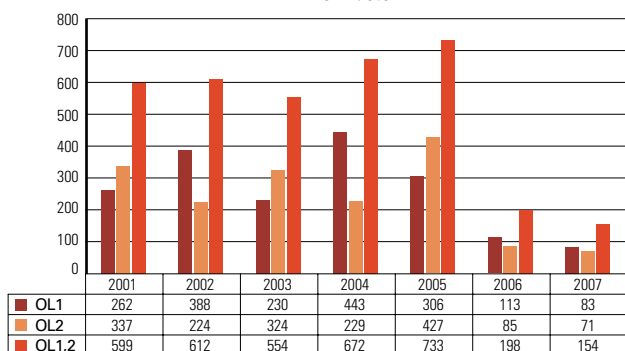
### Olkiluoto

Tunnusluvun tiedot saadaan laitoksen työtilausjärjestelmästä. Voimayhtiön työtilausjärjestelmään 1.1.2006 alkaen tekemän muutoksen takia tiedot eivät ole vertailukelpoisia sitä aikaisempien vuosien lukujen kanssa. Työtilausjärjestelmän luokittelusta jätettiin pois luokan 3 (turvallisuusteknisten käyttöehtojen, TTKE:n alainen järjestelmä) tiedot, koska luokka 3 kattaa kaikki ne järjestelmät, jotka on mainittu TTKE:ssä. Kuitenkaan näillä järjestelmillä ei läheskään kaikilla ole annettu rajoituksia TTKE:ssä. Tunnusluvulla seurataan täten käyttökunnottomuutta aiheuttaneiden ennakkohuoltojen ja vikojen suhdetta.

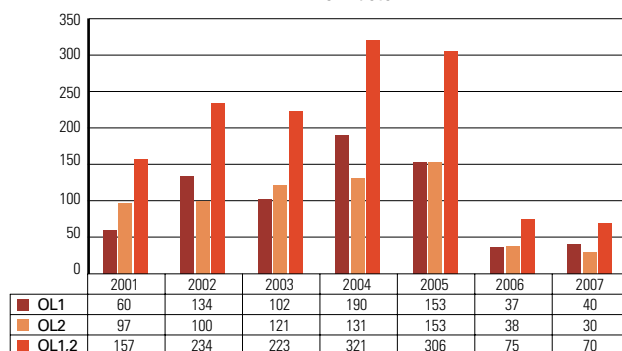
Tunnusluvun kuvaamien vuoden 2007 kunnossapitotöiden määrä on pienentynyt runsaat 22 % edellisvuodesta. Suurin osa pienentymisestä johtuu ennakkohuoltotöiden määrän pienentymisestä. Ennakkohuoltotöiden lukumäärä riippuu paljolti seisokkien ja ns. ennakkohuoltopakettien sisältämisestä toista eri vuosina.

Ennakkohuolto- ja vikakorjaustöiden suhteen kehittymisen perusteella voidaan arvioida laitoksen kuntoa ja kunnossapitostrategiaa vasta, kun käytettävissä on useamman vuoden tulokset.

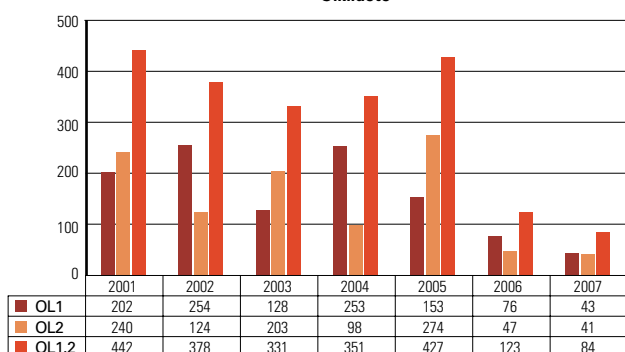
TTKE-laitteiden vuotuiset kunnossapitotyöt,  
Olkiluoto



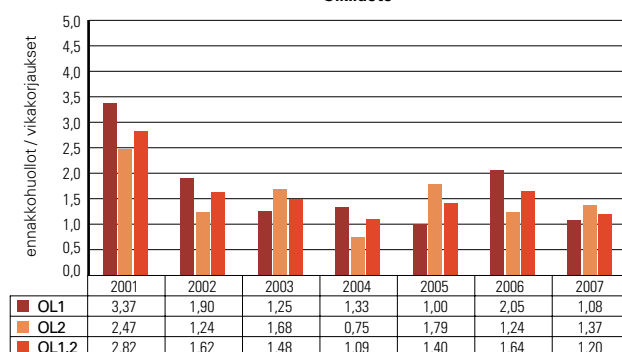
TTKE-laitteiden vikakorjaukset,  
Olkiluoto



TTKE-laitteiden ennakkohuollot,  
Olkiluoto



TTKE-laitteiden kunnossapito,  
Olkiluoto





**A.1.1c TTKE-laitteiden vikojen kesto****Määritelmä**

Tunnusluvulla seurataan turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) alaisten laitteiden käyttökunnottomuutta aiheuttaneiden vikojen keskimääräistä korjausaikaa. Aika on kunkin korjauksen kohdalla käyttökunnottomuusaika. Se lasketaan vian havisemisesta korjaustyön päättymiseen asti, jos vika aiheuttaa välittömän käyttörajoituksen. Jos laite on käyttökunnossa vian korjaukseen aloitukseen asti, niin ajaksi lasketaan korjaustyöhön kulunut aika.

**Tiedot**

Tiedot saadaan voimalaitosten työtilausjärjestelmistä sekä kunnossapidon ja käyttötoiminnan asiakirjoista.

**Tarkoitus**

Tunnusluvulla seurataan, miten pian vialla olleet turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) alaiset laitteet on korjattu suhteessa TTKE:n sallimaan korjausaikaan. Tunnuslukua käytetään laitosten kunnossapitotoiminnan strategian, resurssien ja tehokkuuden arviointiin.

**Vastuutoimisto ja -henkilöt**

Organisaatiot ja käyttötoiminta (OKA), paikallistarkastajat

Pauli Kopiloff (Loviisan laitoksen tiedot)

Jarmo Kosi (Olkiluodon laitoksen tiedot)

**Tunnusluvun tulkinta****Loviisa**

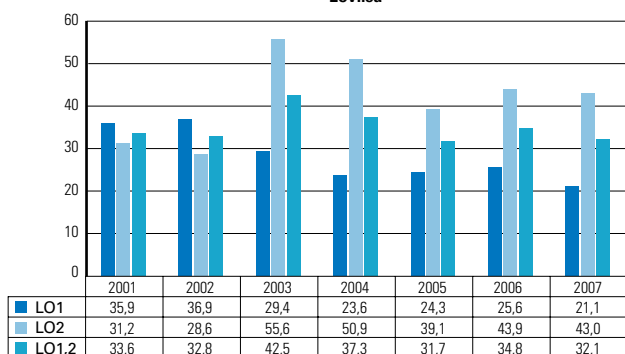
TTKE:ssä annetaan laitteiden turvallisuusmerkituksen perusteella niiden vikojen korjauksille sallitut korjausajat, jotka vaihteleva 4 tunnista 21 vuorokauteen. Sallitun korjausajan lisäksi periaatteena on, että TTKE-laitteiden viat tulee korjata sallitun ajan puitteissa ilman tarpeetonta viivytystä.

Käyttörajoitustöiden pienen lukumäärän ja eripituisten korjausajojen vuoksi yksittäiset työt voivat vaikuttaa merkittävästi tunnusluvun arvoon, vaikka ne on tehty sallituissa korjausajoissa. Edellä selvitetty, tunnuslukuun sisältyvä ominaisuus otetaan huomioon tunnusluvun tulkinnassa arvioimalla yksittäisten pitkään kestäneiden vikakorjausten merkitystä kunnossapitotoiminnan strategian, resurssien ja toiminnan tehokkuuden kannalta.

Käyttökunnottomuutta aiheuttaneiden laitteiden keskimääräiset korjausajat ovat pysyneet Loviisan laitoksella usean vuoden ajan kohtuullisen vakaana. Laitosyksiköiden vuoden 2007 keskimääräinen korjausaika oli 32,0 h, kun neljän edeltäneen vuoden keskiarvoa oli 36,4. Viime vuosien aikana ovat keskimääräiset korjausajat LO1:llä olleet selvästi LO2:n aikoja lyhyempiä, tämä on johtunut LO1:llä pitkän sallitun korjausajan töiden LO2:sta nopeammasta toteutuksesta. TTKE:n alaisten laitteiden viat, joiden sallittu korjausaika oli 72 tuntia tai vähemmän korjattiin Loviisan laitosyksiköillä vuonna 2007 siten, että LO1:llä keskimääräinen korjausaika oli 17,0 h ja LO2:lla 14,3 h.

Vuoden 2007 tunnuslukujen ja niiden taustalla olevien tietojen perusteella voimalaitoksen kunnossapitostrategia on asianmukainen. Voimalaitoksen tulisi kuitenkin ryhtyä resurssien riittävyyden ja toiminnan johtamisen osalta toimenpiteisiin, joilla toimintaa parannetaan niin, että viat korjataan ilman tarpeetonta viivytystä myös silloin, kun sallittu korjausaika on pitkä.

TTKE-laitteiden keskimääräinen viallaoloaika, Loviisa



## Tunnusluvun tulkinta

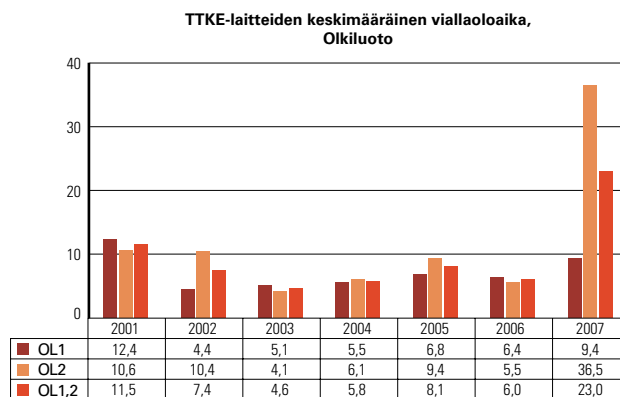
### Olkiluoto

Tunnusluvulla seurataan, missä ajassa vikaantuneet turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) alaiset laitteet on korjattu. Kunkin laitteen korjausaikaa verrataan TTKE:n sallimaan korjausaikaan, joka pääsääntöisesti on yhden osajärjestelmän vikaantuessa 30 vrk ja kahden osajärjestelmän vikaantuessa 3 vrk. Riippuen järjestelmästä ja laitteesta TTKE:ssa on myös muita sallittuja korjausaikoja.

Vuodesta 2003 alkaen keskimääräinen korjausaika on lievästi kasvanut. Mitään yksittäistä syytä ei nousuun ole löydettävissä. Vuoden 2007 korjausajat nousivat jyrkästi kummallakin laitosyksiköllä, OL1:llä n. 1,5-kertaiseksi ja OL2:lla yli 6-kertaiseksi edelliseen vuoteen verrattuna.

OL1:llä asennettiin uusi 110 V:n tasasuuntaaja 18.1.2007. Seuraavana päivänä tasasuuntaaja erotettiin, koska se piti epänormaalia ääntä. Siirrettävä tasasuuntaaja kytkettiin syöttämään kiskoa. Tasasuuntaaja palautettiin 22.1.2007, jolloin käyttörajoitus 30 vrk poistui. Korjaus kesti lähes 74 tuntia. Täten yksittäinen laite lisäsi OL1:n vuotuista keskimääräistä viallaoloaikaa.

OL2:lla puhallusjärjestelmän 314 moottoritoimin säätöventtiili V22 ei sulkeutunut määräaikaistestauksessa 21.4.2007 sulakkeen palamisen johdosta. TTKE-rajoitus 30 vrk astui voimaan 21.4. klo 00:55 (TTKE: ”Jos paineensäätötoiminnan



toisella venttiileistä 314 V21 ja 314 V22 todetaan olevan epäkunnossa, saa reaktoria käyttää rajoituksesta 30 vuorokauden ajan.”). Vika paikallistettiin 314V22:n moottoriin, joka sijaitsee suojarakennuksessa eikä ole normaalin käytön aikana luokse päästävissä. 15.5.2007 400 kV:n kiskokatkaisijan laukeaminen aiheutti laitosyksiköllä turpiini- ja reaktoripikasulun. Tässä yhteydessä voitiin mennä suojarakennukseen vaihtamaan 314V22:n moottori, jolloin TTKE-rajoitus 30 vrk poistui. Käyttökunnottomuus aika tuli melko pitkäksi, ollen yli 24 vrk. Tämä yksittäisen laitteen käyttökunnottomuus vaikuttaa keskimääräiseen viallaoloaikaan merkittävästi. Pitkä käyttökunnottomuus aika johtui siitä, että voimayhtiö suunnitelti korjaavansa vian vasta 20.5.2007 alkaneessa vuosihuoltoseisokissa, jolloin muodollisesti olisi pysytty TTKE-rajoituksen 30 vrk rajoissa.

**A.I.1d Yhteisviat****Määritelmä**

Tunnuslukuna seurataan turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) alaisissa laitteissa tai järjestelmissä toteutuneiden yhteisvikojen lukumäärää.

**Tiedot**

Tiedot tunnuslukuihin kerätään voimayhtiöiden raportoimista käyttörajoituksen aiheuttaneista töistä.

**Tarkoitus**

Tunnusluvulla seurataan kunnossapidon laatua.

**Vastuutoimisto ja -henkilö**

Organisaatiot ja käyttötoiminta (OKA)

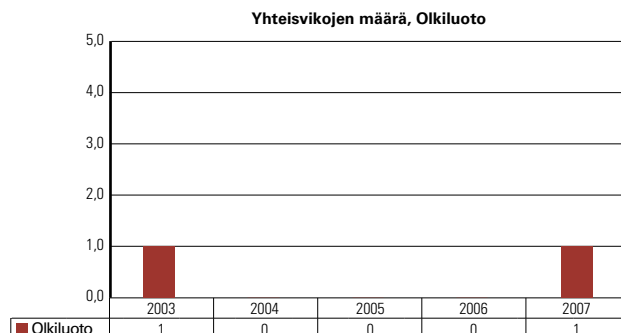
Tomi Koskiniemi (Loviisa)

Suvi Ristonmaa (Olkiluoto)

**Tunnusluvun tulkinta**

Vuonna 2007 ei tunnistettu yhtään turvallisuuden kannalta merkittävää yhteisvikaa Loviisan voimalaitoksella. Tilanne on hyvä.

Olkiluodossa tunnistettiin yksi yhteisvika. Kahdessa kuudesta Olkiluoto 1:n huimamassamoottorin taajuusmuuntajassa havaittiin automaatiovika 400 kV verkkohäiriön yhteydessä. Ominaisuus korjataan signaalin suodatusta muuttamalla vuosina 2007 ja 2008.

**A.I.1g Vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset****Määritelmä**

Tunnuslukuna seurataan laitoksen vioista aiheutuneiden tuotannonmenetysten osuutta nimellistuotannosta (brutto).

**Tiedot**

Tiedot tunnuslukuun saadaan voimayhtiöiden kuukausi- ja neljännesvuosiraporteista.

**Tarkoitus**

Tunnusluvun avulla seurataan vikojen merkitystä laitoksen tuotannon kannalta.

**Vastuutoimisto ja -henkilö**

Organisaatiot ja käyttötoiminta (OKA)

Tomi Koskiniemi (Loviisa)

Suvi Ristonmaa (Olkiluoto)

## Tunnusluvun tulkinta

Vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset ovat olleet sekä Loviisan että Olkiluodon laitosyksiköillä pieniä, mistä kertovat myös laitosten korkeat käyttökertoimet.

### Loviisa

Loviisa 2:n vuoden 2003 tavanomaisesta poikkeava tunnuslukuarvo johtuu laitosyksikön toisen generaattorin staattorin vaihtotyöstä, joka kesti noin 41 vuorokautta ja aiheutti 2,6 %:n tuotannonmenetyksen.

Vuonna 2007 Loviisassa oli molemmilla yksiköillä 6 vikaa, jotka johtivat tuotannonmenetyksiin. Vaikka vikojen määrä olikin suhteellisen suuri, oli niistä aiheutunut tuotannon menetys edellisvuosien tapaan pieni jatkuen stabiilina.

Loviisa 1:lla viisi vioista liittyi turpiinin toimintaan. Näistä merkittävin oli SP10 generaattorin vetyvuodon korjaus.

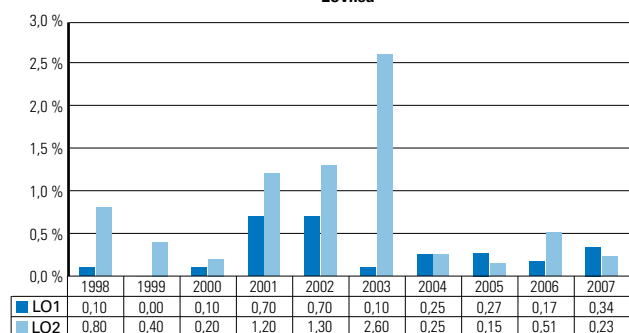
Loviisa 2:lla taas merkittävimmiä nousivat pääkiertopumpun YD11D001 moottorin öljyvuodon korjaus, jonka johdosta laitoksen tehoa jouduttiin rajoittamaan kaksi kertaa sekä päämerivesipumpun VC52D201 suojalaukaisu ja korjaus.

### Olkiluoto

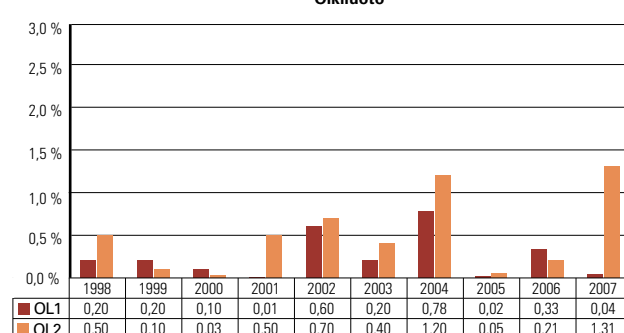
Olkiluoto 2:lla oli vuonna 2007 edeltäviä vuosia enemmän vioista aiheutuvia tuotannon menetyksiä. Laitosyksiköllä tapahtui kolme reaktoripikasukua häiriöiden ja laitevikojen seurauksena. Laitos oli selvitysten ja korjaustöiden ajan irti valtakunnan sähköverkosta. Lisäksi laitosyksikön käynnistämien vuosihuollon jälkeen jouduttiin keskeyttämään, kun öljyvuodon seurauksena korkeapaineturbiinin eristeisiin jäänyt öljy syttyi palamaan. Kesäkuussa tehtiin matalapaineturbiinin tasapainotus. Vuoden 2004 tuotannonmenetykset erottuvat seuraavaksi suurimpana. Ne johtuivat pääosin yhden pääkiertopumpun eristevastuksen heikkenemisestä aiheutuneen oikosulun korjaustöistä sekä generaattorin jäähdytysjärjestelmän ja lauhduttimen merivesivuodon korjauksista.

Olkiluoto 1:n merkittävin tuotantoon vaikuttava vika on ollut syöttövesipumppujen liukurengastiivisteiden kuluminen. Kyseinen syöttövesipumppu joudutaan pysäyttämään tiivisteiden vaihdon ajaksi ja tuotanto laskee 100 %:sta 87 %:iin. Olkiluoto 2:n syöttövesipumppujen tiivisteiden vaihto ei aiheuta vastaavaa tuotannon menetystä, koska syöttövesipumppujen kapasiteetti on suurempi kuin Olkiluoto 1:llä ja siten pystytään 100 % tuotantoon myös kolmella syöttövesipumpulla. Neljäs pumppu on varalla.

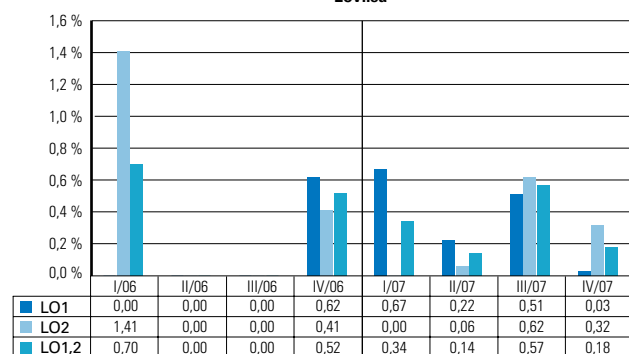
Vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset, Loviisa



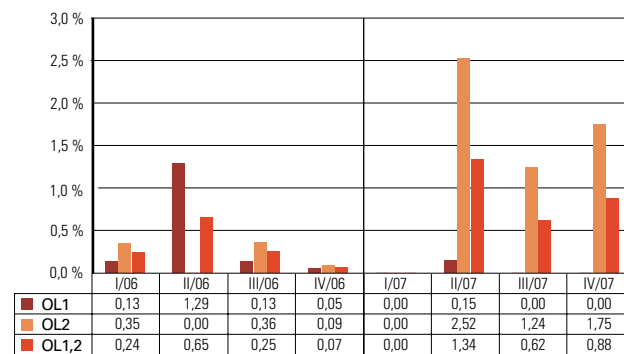
Vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset, Olkiluoto



Vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset, Loviisa



Vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset, Olkiluoto



## A.1.2 Poikkeusluvut ja poikkeamat TTKE:sta

### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan STUKin myöntämien turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) poikkeuslupien määrää ja TTKE:n vastaisten laitostilanteiden määrää.

### Tiedot

Tiedot tunnuslukuun kerätään voimayhtiöiden poikkeuslupahakemuksista ja tapahtumaraportteista.

### Tarkoitus

Tunnusluvulla seurataan voimayhtiöiden turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaista toimintaa: TTKE:n noudattamista sekä tunnistettuja tarvetilanteita poiketa TTKE:sta, josta voidaan tehdä johdopäätöksiä myös TTKE:n asianmukaisuudesta.

### Vastuutoimisto ja -henkilö

Organisaatiot ja käyttötoiminta (OKA)

Tomi Koskiniemi (Loviisa)

Suvi Ristonmaa (Olkiluoto)

### Tunnusluvun tulkinta

TTKE-poikkeuslupamamenettelyn pääasiallinen tarkoitus on mahdollistaa turvallisuutta ja laitoksen käyttökuntoisuutta edistävien muutostöiden sekä huoltojen tekeminen.

TTKE:n vastaisissa tapahtumissa laitos, sen järjestelmä tai laite ei ole ollut Turvallisuusteknisten käyttöehtojen edellyttämässä turvallisessa tilassa. Lähtökohtana on, ettei laitoksilla satu yhtään TTKE:n vastaista tapahtumaa. Luvanhaltija kirjoittaa tapahtumasta ja mahdollisista korjaavista toimenpiteistä aina selvityksen, erikoisraportin, josta tehdään STUKissa päätös.

### Loviisa

#### Poikkeusluvut

Loviisassa poikkeuslupia on tarvittu enemmän kuin Olkiluodon voimalaitoksella, koska laitoksen järjestelmät ovat suurelta osin suunniteltu kaksiredundanttisiksi. Kaksiredundantisuuden vuoksi käytön aikaiset muutostyöt vaativat lähes aina poikkeuslupaa. Esimerkiksi vuoden 2003 lupien suuri määrä selittyy kiinteiden säteilymittausten uusimishankkeesta (MONU-projekti), jonka töitä

ei voitu tehdä missään käyttötilassa ilman poikkeuslupia.

Vuonna 2007 Loviisa haki yhteensä 7 kertaa lupaa poiketa TTKE:sta. Yksi hakemuksista liittyi omakäyttömuuntajan laajempaan huoltoon ja yksi Loviisan automaatiouudistukseen (LARA). Tulevaisuudessa juuri LARasta johtuvien poikkeuslupien määrä tulee kasvamaan. Viisi hakemuksista liittyi vikoihin ja niiden korjaamiseen, mikä on kohtuullisen paljon. Edellisinä vuosina määrä on ollut kolme. Asiaan kiinnitetään huomiota jatkossa lupahakemusten yhteydessä. Peruslähdekohtana on, että TTKE:n asettamat korjausajat laitteille ja ehdot käyttötilojen muutoksille pystyttäisiin aina täyttämään kaikissa vikatilanteissa.

#### TTKE:n vastaiset tapahtumat

TTKEN vastaisten tapahtumien määrä on pysynyt Loviisassa alhaisena viimeisten vuosien aikana ja tapahtumien turvallisuusmerkitys on ollut pieni. Loviisassa havaittiin kuluneena vuonna kaksi TTKE:n vastaista tapahtumaa, jotka liittyivät moilemmat sähkönsyöttöön.

Maaliskuussa havaittiin vuoden 2006 vuosi- huollosta jäänyt väliaikaiskytkentä Loviisa 2:lla, joka ei ollut TTKE:n mukainen. Kytkenä palautettiin välittömästi. Aiheesta tehtiin erikoisraportin lisäksi perussyysanalyysi, joka toimitettiin STUKille.

Vuosihuolloissa 2007 tapahtui Loviisa 1:n dieselkiskon 6 kV:n BC/BW -kiskon ylivirtareleen laukeaminen, jolloin mm. käytössä olevan osajärjestelmän (toinen oli huollossa) jälkilämmönpoistosta huolehtivat pumput pysähtyivät. Tällöin käytettävissä ei ollut TTKE:n vaatimaa kahta erillistä pumppua (toinen käytössä – toinen varalla), vaan ainoastaan yksi automatiikan käynnistämä. Laitos toimi suunnitellusti yksittäisessä vikatilanteessa. Lisäksi käytössä oli muita varajärjestelmiä, joilla mahdollinen vaaratilanne olisi saatu hoidettua.

### Olkiluoto

#### Poikkeusluvut

Vuonna 2007 Olkiluoto haki viisi kertaa STUK:n hyväksyntää poikkeamiselle turvallisuusteknisistä käyttöehdoista. STUK hyväksyi kaikki hakemukset. Neljä hakemuksista koski laitosmuutosten tai perusparannusten aiheuttamia poikkeamia

mia turvallisuusteknisistä käyttöehdoista ja yksi liittyi voimalaitosjäteluolassa meneillään olevaan kokeeseen. Vuosina 2004 ja 2005 poikkeusluvien määrää nostivat laitosyksiköiden modernisointiin sekä Olkiluoto 3:n rakentamiseen liittyvät työt ja asennukset.

### TTKE:n vastaiset tapahtumat

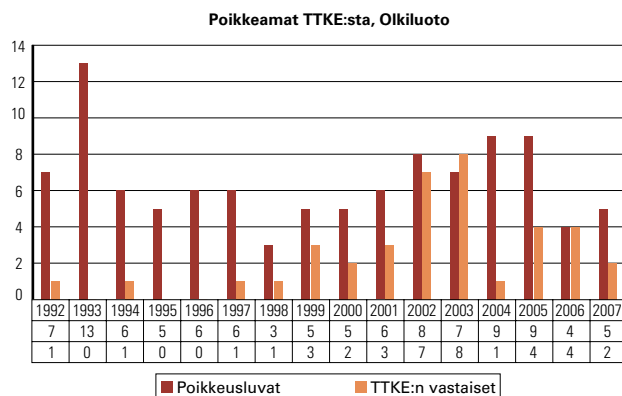
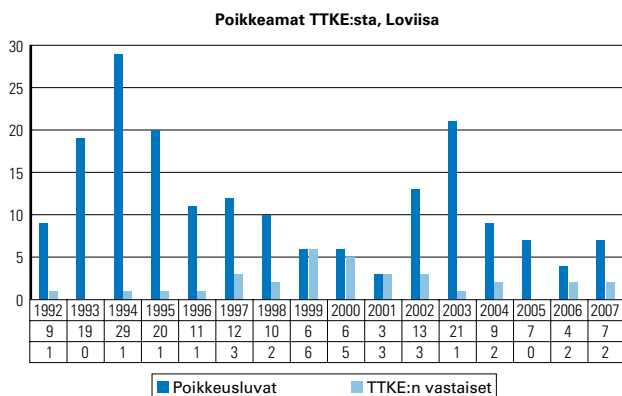
TTKE:n vastaisia tapahtumia oli Olkiluodossa vuonna 2007 vähän. Trendi on laskeva, joten kehitys on menossa hyvään suuntaan.

Olkiluodon laitoksella oli vuoden aikana kaksi tilannetta, joissa toimittiin turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisesti.

TVO:n omissa tarkastuksissa tuli ilmi, että Olkiluoto 1:n reaktorisydämen valvontajärjestelmän ns. dryout-korrelaatio oli yhden polttoaineenipputyyppin osalta ohjelmoitu käyttämään virheel-

lisiä lähtötietoja. Tämän seurauksena marginaali jäähdytystä heikentävien käyttöhäiriöiden varalta oli reaktorisydämen valvontajärjestelmän ilmoittama pienempi. Polttoaineen eheys ei marginaalin pienentymisestä olisi vaarantunut, vaikka samanaikaisesti olisi tapahtunut jäähdytyksen riittävyyden kannalta rajoittava paineensäätäjän häiriö.

TVO on koestanut vuodesta 2001 lähtien kaksi ulospuhallusjärjestelmän pika-aukaisuventtiiliä väärässä käyttötilassa. Turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaan toinen pika-aukaisuventtiili tulisi koestaa vuosihuollon jälkeen ennen laitosyksikön siirtymistä tehoajolle ja toinen tehoajon aikana. TVO on koestanut molemmat venttiilit ennen tehoajolle siirtymistä. Tapahtuman turvallisuusmerkitys on vähäinen. Molempien venttiilien toimintakunto on todettu säännöllisin koestuksin.





### A.1.3 Turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyys

#### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyyttä laitossyksikkökohtaisesti. Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla seurataan suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmää (322), apusyöttövesijärjestelmää (327) ja varavoimadieselgeneraattoreita (651...656) ja Loviisan voimalaitoksella seurataan korkeapaineista hätä-lisävesijärjestelmää (TJ), hätäsyöttövesijärjestelmää (RL92/93, RL94/97) ja varavoimadieselgeneraattoreita (EY).

Pääpiirteissään tunnuslukuna lasketaan järjestelmän epäkäytettävyysajan ja käytettävyysvaatimuksena olevan ajan suhdetta. Epäkäytettävyysaika on rinnakkaisten osajärjestelmien yhteenlaskettu epäkäytettävyysaika jaettu osajärjestelmien lukumäärällä.

Käytettävyysvaatimusaikana laskennassa 322, 327, TJ- ja RL-järjestelmillä on laitoksen vuotuiset kriittisyystunnit ja dieselien osalta käytettävyysvaatimus on jatkuva eli vuotuiset tuntimäärät.

Osajärjestelmän epäkäytettävyysaikaan lasketaan laitteiden suunnitellun huollon vaatima aika sekä vikojen aiheuttama epäkäytettävyysaika. Jälkimmäiseen sisältyy korjausajan lisäksi arvioitu epäkäytettävyysaika ennen vian paljastumista. Arvioitaessa vian syntyneen edellisessä onnistuneessa koestuksessa mutta jääneen huomaamatta, epäkäytettyyteen lisätään määräaikaiskoestusten välinen aika. Jos vikautuminen on tapahtunut koestusten välisenä aikana niin, ettei sen tapahtumisajankohtaa tunneta, lisätään epäkäytettyyteen puolet koestusten välisestä ajasta. Kun vian syntyy pystytään tunnistamaan käyttö-, huolto- tai koestustoimenpiteeseen tai muuhun tapahtumaan, niin epäkäytettyyteen lisätään tapahtuman ja vian havaitsemisen välinen aika.

#### Tiedot

Tiedot tunnuslukuihin kerätään voimayhtiöistä. Luvanhaltijan edustajat toimittavat tunnuslukuihin tarvittavat tiedot STUKin vastuuhenkilöille.

#### Tarkoitus

Tunnusluku antaa kuvan turvajärjestelmien epäkäytettyyydestä. Tunnusluvun avulla on mahdol-

lisuus valvoa turvallisuusjärjestelmien kuntoa ja sen kehittymistä.

#### Vastuutoimisto ja -henkilöt

Organisaatiot ja käyttötoiminta (OKA),  
paikallistarkastajat  
Pauli Kopiloff (Loviisan laitoksen tiedot)  
Jarmo Konsi (Olkiluodon laitoksen tiedot)

#### Tunnusluvun tulkinta

##### Loviisa

##### TJ-järjestelmä

Laitossyksiköiden korkeapaineisten hätä-lisävesijärjestelmien (TJ) epäkäytettyyydet kasvoivat merkittävästi vuonna 2007.

LO1:llä nousun aiheutti kaksi 6 kV katkaisijoiden viritinmoottoreiden vikaa. Näiden vikojen korjaus kesti niiden havaitsemisen jälkeen yhteensä 19,3 tuntia, mutta epäkäytettyyden laskennassa käytettävä epäkäytettyyysaika ennen vian paljastumista oli 531,9 tuntia, mikä aiheutti käytännössä yksistään tunnusluvun kasvun. Edellä kerrotun kahden 6 kV:n katkaisijavian lisäksi LO1:n TJ-järjestelmässä oli vuoden aikana yksi venttiilin toimilaitteen rajankatkaisijan säädön vaatinut korjaus, joka kesti 1,2 tuntia.

LO2 epäkäytettyyys johtui vuonna 2006 uusituissa TJ11- ja 52D01 pumpuissa ilmenneissä akselitiivisteiden tiiveysongelmien selvitys- ja korjaustöistä, joista aiheutuva epäkäytettyyysaika oli 88,1 tuntia. Lisäksi TJ52D01:llä oli pumpun laakerin öljykupin vuodon selvitys ja korjaustyö, joka kesti 22,5 tuntia.

TJ-järjestelmän epäkäytettyyttä aiheuttaneet 6 kV:n vähäöljykatkaisijoiden ongelmat on käsitelty voimalaitoksella perusteellisesti. Ongelman korjaamiseksi laitoksen kytkinlaitoksien modernisointia jatketaan elinikäselvitysten mukaisesti ja vuosihuollossa 2008 uusitaan erillisten suunnitelmien mukaisesti välikatkaisijoiden osia sekä täydennetään kytkinlaitoksen tarkastusohjeeseen 6 kV:n katkaisijoiden viritystilan tarkastus neljän viikon välein.

LO2:n uusissa TJ-pumpuissa, erityisesti TJ52D01:ssä havaittua pysäytyksen jälkeen toisinaan ilmennyt akselitiivisteen tiivisteveden vuotoa pumpussa sisäänpäin, on selvitetty voimalaitoksen ja laitetoimittajan yhteistyöllä. Tammi-

kuussa 2008 vaihdettiin TJ52D01 pumppuun uudet tiivisteet, joissa tiivistepintoihin kohdistuvaa sulkuvoimaa on lisätty rakenteellisella muutoksella. Muutoksen jälkeisessä TJ52D01:n koekäytössä muutetut tiivisteet ovat toimineet luotettavasti. TJ11D01 pumpulla ei ole ilmennyt tiivisteiden vuotoa maaliskuun 2007 jälkeen, kuitenkin ne vaihdetaan vuosihuollossa 2008 muutettua rakennetta oleviksi tai aikaisemmin vikakorjauksena jos tiivistevuotoa ilmenee.

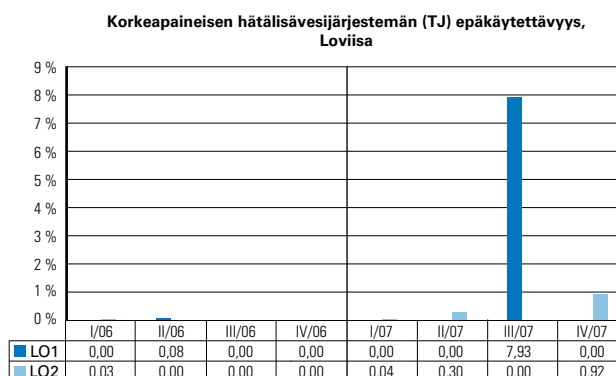
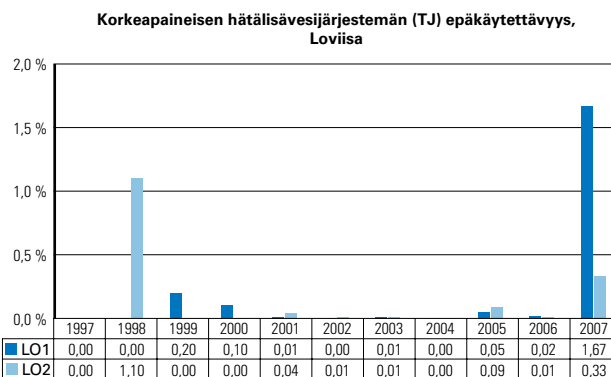
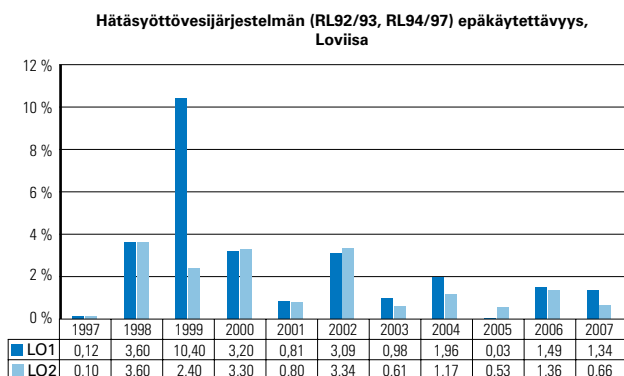
TJ-järjestelmien kuntoa koskevaa tulkintaa tehtäessä on otettava huomioon mm. vikojen esiintymistajuus, merkitys, tunnistettavuus ja korjausaika sekä vikojen toistumisen ehkäisemiseksi tehtävät parannustoimet. Edellä lausutun perusteella on todettava voimalaitoksen TJ-järjestelmien olevan edelleen hyvässä kunnossa eivätkä esille tulleet harvat yksittäiset viat ja ongelmat ole alentaneet järjestelmien luotettavuutta merkittävästi.

### RL-järjestelmä

Hätäsyöttövesijärjestelmien epäkäytettävyys säilyi vuonna 2007 edellisten vuosien tasolla.

LO1:llä epäkäytettävyiden kokonaisaika oli 444 tuntia, joista vuosihuollossa tehdyn RL94:n huoltotyön osuus oli 252 tuntia. Tehokäytön aikainen, neljän vikakorjauksen aiheuttama epäkäytettävyys oli 192 tuntia, josta ajasta työllä nro 635626 tehty RL92D01 pumpun vapaan pään poksitiivisteeseen (poksi) korjaus aiheutti 172 tunnin epäkäytettävyiden niin, että vian korjausaika oli 25 tuntia ja arvioitu epäkäytettävyys ennen vian paljastumista oli 147 tuntia.

LO2:lla epäkäytettävyiden kokonaisaika oli 221 tuntia, josta vuosihuollossa tehdyn RL97:n huollon osuus oli 167 tuntia. Tehokäytön aikainen epäkäytettävyys oli 54 tuntia, jonka aiheutti RL93D01 pumpun poksipesän tiivisteiden vaihtotyö.

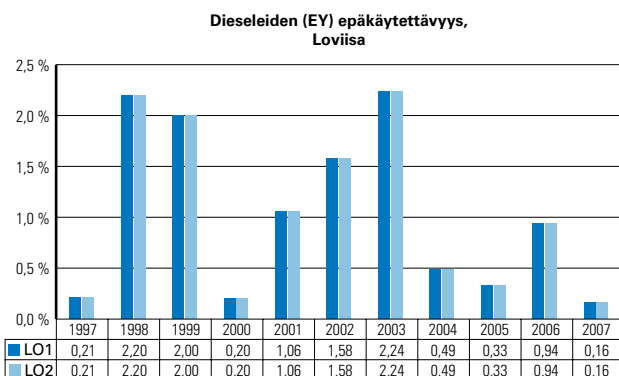


Hätäsyöttövesijärjestelmien epäkäytettävyys oli vuonna 2007 alhainen, ts. niiden kunto ja käytettävyys olivat hyvät.

### EY-järjestelmä

Hätädieselin epäkäytettävyys oli vuonna 2007 hyvin alhainen, ts. käytettävyys oli erittäin hyvä. Vuonna 2007 kaikkien kahdeksan dieselgeneraattorin epäkäytettävyiden kokonaisaika oli 71 tuntia ja se koostui viiden vian korjausajoista. Esiintyneet viat johtuivat tavanomaisista laitteiden vanheneemisilmiöistä. Viat eivät olleet merkitykseltään vakavia.

Tunnuslukujen ja niiden taustalla olevien vikojen perusteella voidaan EY-dieseleiden kuntoa pitää hyvänä.



## Tunnusluvun tulkinta

### Olkiluoto

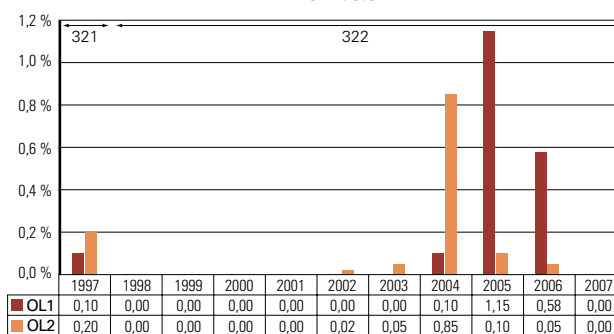
Suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän epäkäytettävyys on laskenut vuodesta 2004 alkaen. Vuonna 2007 epäkäytettävyys oli kummallakin laitosyksiköllä 0.

Apusyöttövesijärjestelmän epäkäytettävyys nousi vuodesta 2004, jolloin järjestelmän epäkäytettävyys oli käytännössä nolla. Olkiluoto 1:n korkeampi epäkäytettävyys vuonna 2006 johtui järjestelmän 327 kierrätys- ja varoventtiilien vioista. Toimenpiteinä muutettiin kierrätyslinjan venttiilien toimilaitemoottorien momenttiarvoja ja varoventtiileille on suunniteltu erillisen koestuslinjan rakentamista. Ensimmäinen koestuslinja on tarkoitus toteuttaa 2008 vuosihuollossa OL1:llä.

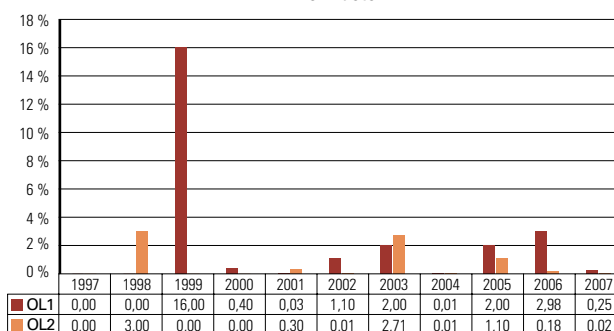
Vuonna 2007 ei ollut merkittäviä vikoja ja apusyöttöveden epäkäytettävyys laski huomattavasti kummallakin laitoksyksiköllä.

Dieseiden epäkäytettävyys on laskenut vuodesta 2004 ja vuonna 2006 se oli hyvin pieni. Vuoden 2007 dieseiden kunto oli edelleen lähes yhtä hyvällä tasolla kuin vuonna 2006.

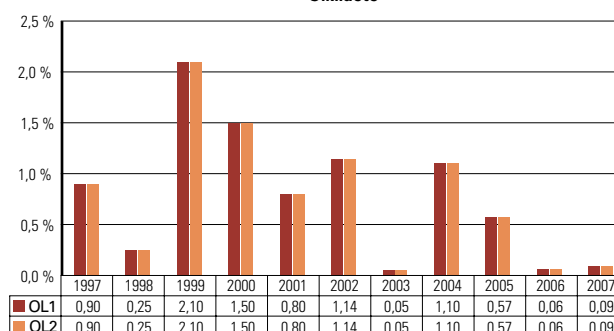
Sammutetun reaktorin jäähdytysjärjestelmän (321) ja suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän (322) epäkäytettävyys, Olkiluoto



Apusyöttöjärjestelmän (327) epäkäytettävyys, Olkiluoto



Dieseiden epäkäytettävyys (651...656), Olkiluoto



## A.1.4 Säteilyaltistus

### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan kollektiivista säteilyaltistusta laitospaikkakohtaisesti sekä laitousyksikkökohtaisesti ja kymmenen suurimman vuosittaisen säteilyaltistuksen keskiarvoa.

### Tiedot

Tiedot kollektiivisen säteilyaltistuksen osalta saadaan neljännesvuosi- ja vuosiraporteista. Tiedot henkilökohtaisista säteilyannoksista saadaan valtakunnallisesta annosrekisteristä.

### Tarkoitus

Tunnusluvuilla valvotaan ja seurataan työntekijöiden säteilyaltistusta. Lisäksi seurataan STUKin YVL-ohjeen mukaista kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvon noudattamista yhdellä laitousyksiköllä kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona. Raja-arvo, 2,5 manSv yhden gigawatin nettosähkötehoa kohden, merkitsee yhdelle Loviisan laitousyksikölle 1,22 manSv säteilyannosta ja yhdelle Olkiluodon laitousyksikölle 2,15 manSv säteilyannosta. Kollektiiviset säteilyannokset kuvaavat laitoksen ALARA-ohjelman onnistumista. Kymmenen suurimman annoksen keskiarvo antaa kuvan siitä, kuinka lähellä 20 mSv:n annosrajoitetta ydinvoimalaitostyöntekijöiden henkilökohtaiset annokset ovat kuvaten samalla laitoksen säteilysuojelusta vastaavan yksikön toiminnan tehokkuutta.

### Vastuutoimisto ja -henkilö

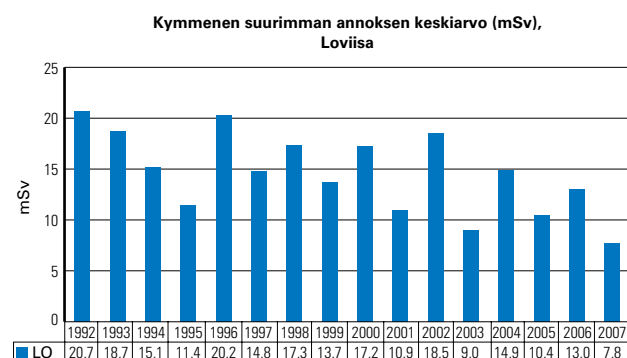
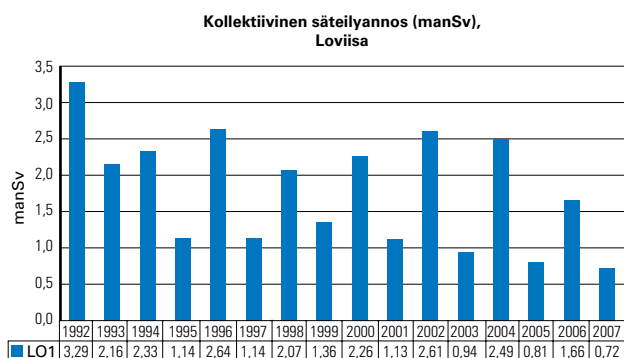
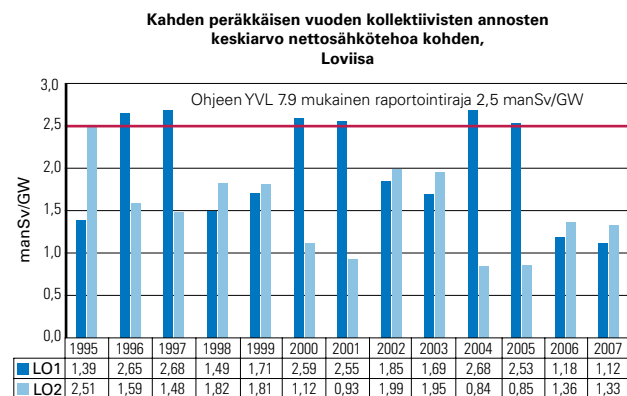
Säteilysuojelu (SÄT)

Antti Tynkkynen

### Tunnusluvun tulkinta

#### Loviisa

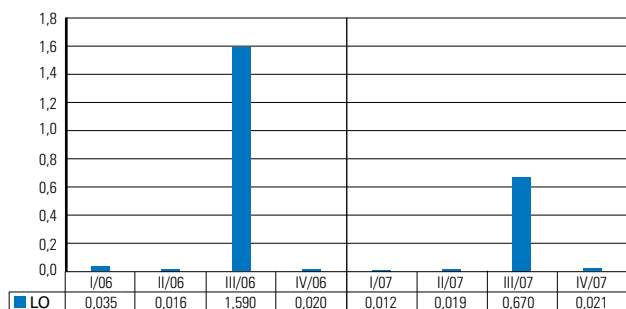
Säteilyannokset kertyvät pääasiassa seisokeissa tehtyjen töiden aikana, joten vuosihuoltoseisokkien pituus ja säteilysuojelullisesti merkittävien töiden määrä vaikuttavat vuosittaisiin säteilyannoksiin. Loviisan kummallakin voimalaitousyksiköllä tehdään suuret vuosihuollot neljän ja kahdeksan vuoden välein (4-vuotis vuosihuolto ja 8-vuotis vuosihuolto) niin, että molemmilla laitousyksiköillä ei tehdä suurta vuosihuoltoa samana vuonna. Edellisinä vuosina suuret vuosihuollot ovat osuneet parillisille vuosille ja normaalit vuosihuollot parittomille vuosille. Vuosihuoltojen vaikutus kollektiiviseen annokseen nähdään selvästi kuvajasta. Vuonna 2007 Loviisan laitousyksiköiden vuosihuoltoseisokit olivat ajallisesti lyhytkestoiset ja säteilysuojelullisesti merkittävien töitä oli vähän. Tämän vuoksi Loviisan laitoksen kollektiivinen säteilyannos oli kaikkien aikojen pienin. Alhainen annos selittyy myös Loviisan säteilysuojeluhenkilökunnan kokemuksen kasvulla ja työpaikkakohtaisen valvonnan tehostamisella. Lisäksi Loviisan voimalaitos on asettanut selkeitä tulostavoitteita, jonka perusteella säteilyannoksia halutaan pienentää.



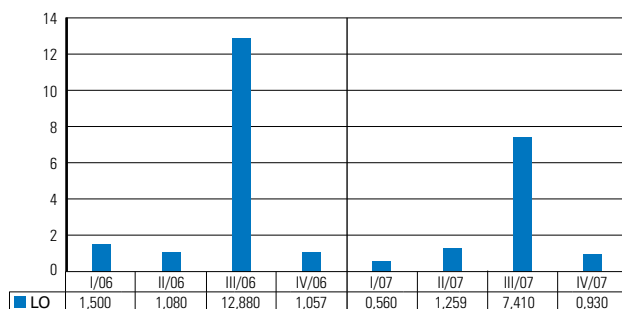
Ydinvoimalaitosten työntekijöiden säteilyannokset alittavat henkilökohtaiset annosrajat. Kymmenen suurimman annoksen keskiarvo on ollut laskussa viimeiset vuodet ja vuonna 2007 keskiarvo oli kaikkien aikojen pienin. Säteilyasetuksen (1512/1991) mukaan säteilytyöstä työntekijälle aiheutuva efektiivinen annos ei saa ylittää keskiarvoa 20 mSv vuodessa viiden vuoden aikana eikä minkään vuoden aikana arvoa 50 mSv.

Myöskään kollektiiviselle säteilyannokselle asetettu raja ei ylittynyt vuonna 2007. Jos yhdellä laitostyksiköllä henkilökunnan kollektiivinen säteilyannos kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona ylittää arvon 2,5 manSv yhden GW:n nettosähkötehoa kohden, niin voimayhtiön tulee raportoida ylittämisen syyt sekä sen vuoksi mahdollisesti tarpeelliset säteilyturvallisuuden parantamiseen tähtäävät toimenpiteet STUKille (ohje YVL 7.9).

Kollektiivinen säteilyannos (manSv),  
Loviisa



Kymmenen suurimman annoksen keskiarvo (mSv),  
Loviisa



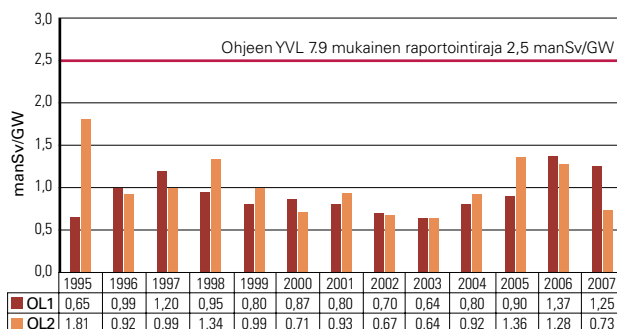
## Tunnusluvun tulkinta

### Olkiluoto

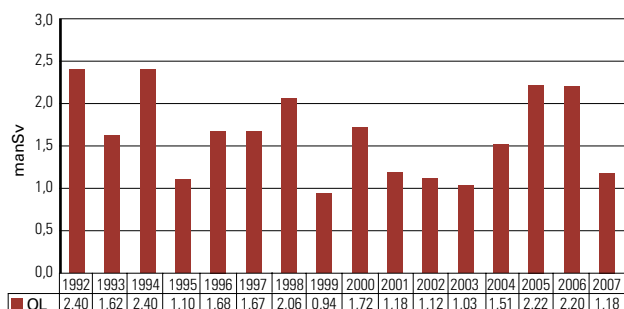
Säteilyannokset kertyvät pääasiassa seisokeissa tehtyjen töiden aikana, joten vuosihoitoseisokkien pituus ja säteilysuojelullisesti merkittävien töiden määrä vaikuttavat vuosittaisiin säteilyannoksiin. Olkiluodon voimalaitosyksiköiden vuosihoitot jaetaan kahteen ryhmään: polttoainevaihtoseisokkiin ja huoltoseisokkiin. Polttoainevaihtoseisokki on ajaltaan lyhytkestoisempi (n. 7 vrk) ja huoltoseisokki töiden määrästä riippuen (n. 2–3 viikkoa). Vuosihoitot jaksotetaan siten, että samana vuonna toisella voimalaitoksella on huoltoseisokki ja toisella polttoaineenvaihtoseisokki. Vuonna 2005 ja 2006 laitossyksiköillä tehtyjen säteilysuojelullisesti mittavien turbiinitöiden vuoksi työntekijöiden kollektiiviset annokset kasvoivat suuriksi.

Vuonna 2007 Olkiluodon kollektiivinen annos oli keskimääräistä pienempi. Lisäksi kymmenen suurimman annoksen keskiarvo oli edeltäviä vuosia pienempi eikä asetetut annosrajat (YVL 7.9, säteilyasetus (1512/1991)) ylittyneet.

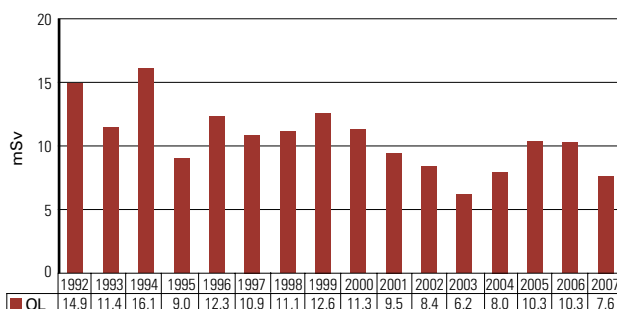
Kahden peräkkäisen vuoden kollektiivisten annosten keskiarvo nettosähkötehoa kohden, Olkiluoto



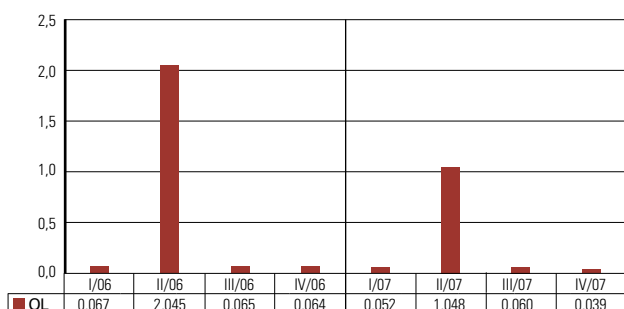
Kollektiivinen säteilyannos (manSv), Olkiluoto



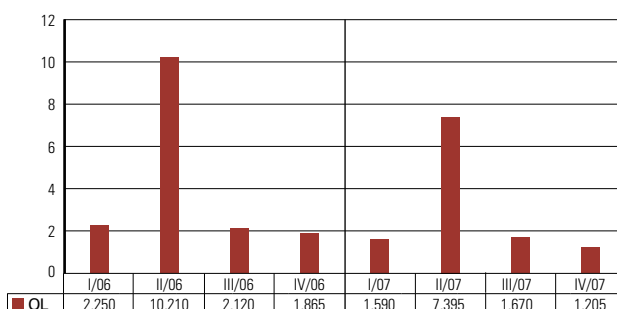
Kymmenen suurimman annoksen keskiarvo (mSv), Olkiluoto



Kollektiivinen säteilyannos (manSv), Olkiluoto



Kymmenen suurimman annoksen keskiarvo (mSv), Olkiluoto





## A.1.5 Päästöt

### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan laitosten radioaktiivisia vesistö- ja ilmapäästöjä (TBq) ja niiden perusteella laskettua ympäristön altistuneimman henkilön saamaa annosta.

### Tiedot

Tiedot tunnuslukuihin kerätään voimayhtiöiden neljännesvuosi- ja vuosiraporteista. Näitä tietoja käyttämällä määritetään ympäristön altistuneimman henkilön laskennallinen annos.

### Tarkoitus

Tunnusluvulla valvotaan radioaktiivisten päästöjen määrää ja kehittymistä sekä arvioidaan muutoinkin vaikuttaneita syitä.

### Vastuutoimisto ja -henkilö

Säteilysuojelu (SÄT), Antti Tynkkynen

### Tunnusluvun tulkinta (päästöt mereen)

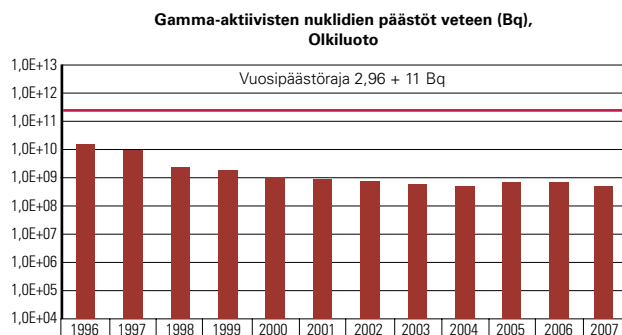
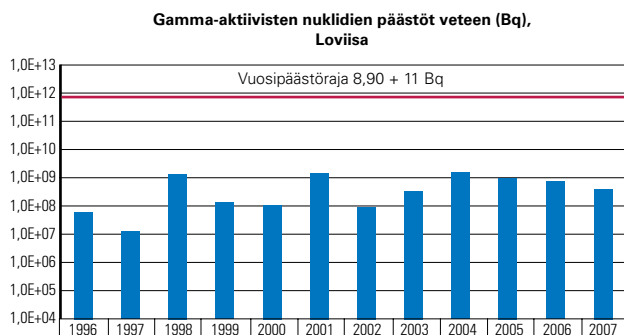
Loviisan päästöt mereen olivat edellistä vuotta hie- man pienempiä. Voimalaitos laski matala-aktiivis- ta haihdutusjätettä suunnitellusti mereen vuonna

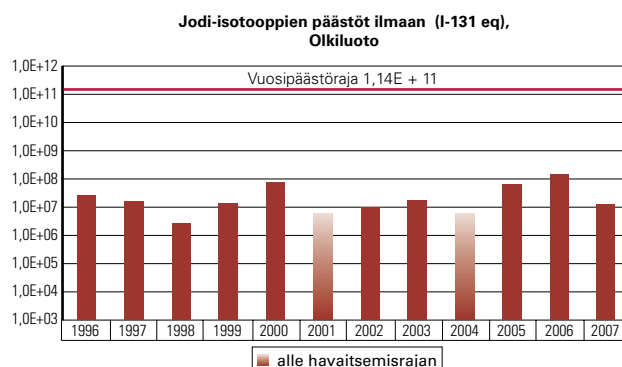
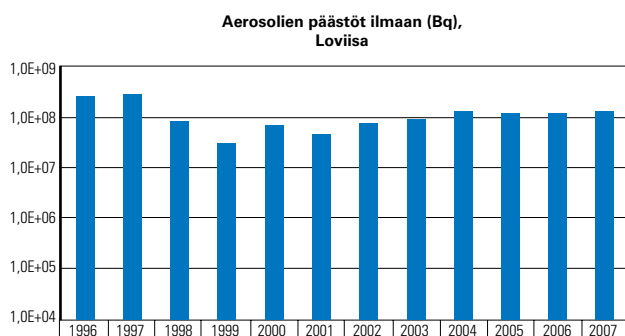
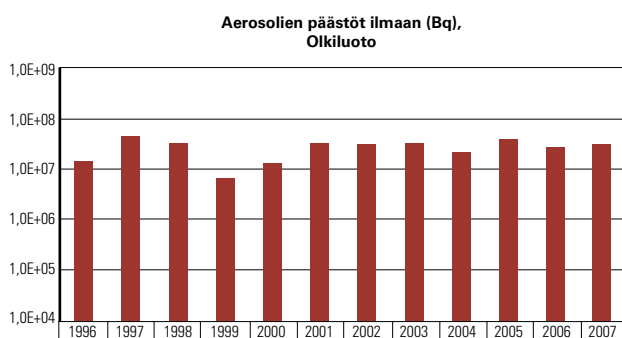
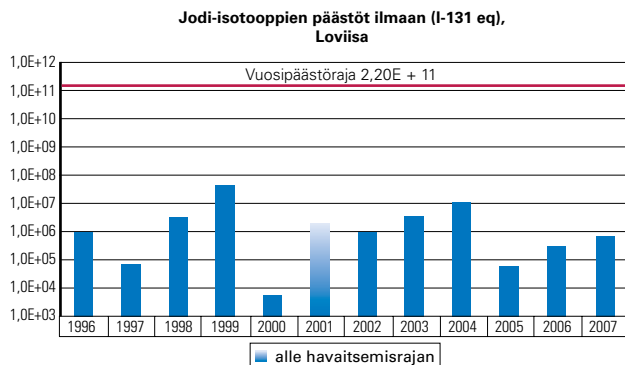
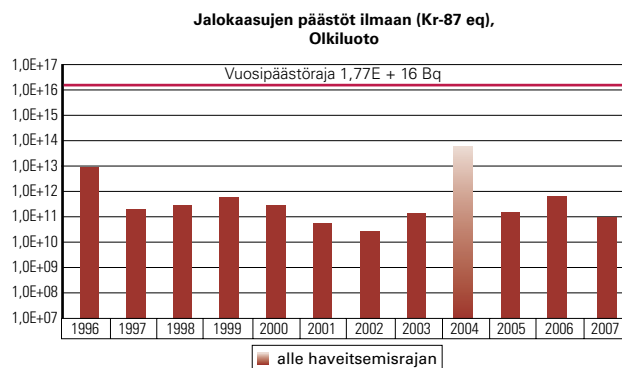
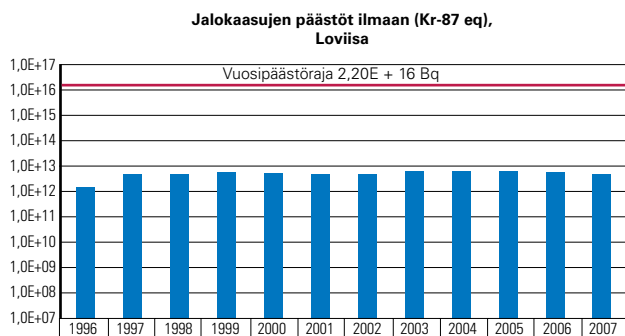
2004. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen päästöt me- reen ovat pienentyneet, koska laitos on ottanut käyttöön uusia prosessivesien puhdistus- ja käsit- telylaitteistoja.

### Tunnusluvun tulkinta (päästöt ilmaan)

Päästöt ilmaan olivat samaa suuruusluokkaa kuin edeltävinä vuosina. Loviisan ja Olkiluodon ydin- voimalaitosten radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön olivat pienet. Ne alittavat selvästi asetetut päästörajat.

Kaasumaiset fissiotuotteet jalokaasu- ja jodi- radionuklidit ovat peräisin vuotavista polttoaine- sauvoista, polttoaineen suojakuorten ulkopinnoil- le valmistusvaiheessa jäävästä vähäisestä uraa- nimäärästä ja aikaisempien polttoainevuotojen aiheuttamasta reaktorin pintakontaminaatiosta. Sekä Loviisan että Olkiluodon laitosyksiköillä polttoainevuotojen määrät ovat olleet hyvin pienet. Tunnusluku A.III.1 kuvaa polttoaineen tiiveyttä. Loviisan voimalaitoksen jalokaasupäästöissä hal- litsevana on argon 41. Se on reaktoripaineastian ja pääsäteilysuojan välisessä ilmassa olevan ar- gon 40:n aktivointituote. Aerosolinuklideja (mm. aktivoituneita korroosiotuotteita) vapautuu mm. huoltotöiden yhteydessä



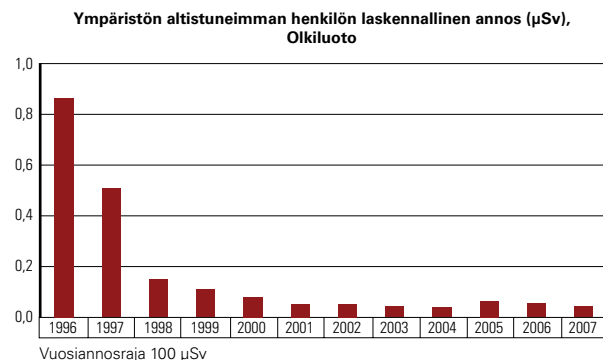
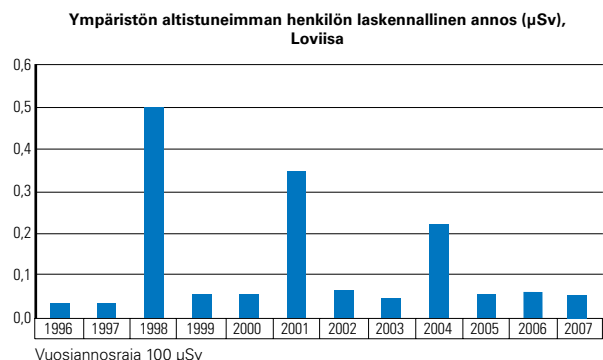


### Tunnusluvun tulkinta (ympäristön altistus)

Laitoksen päästöistä aiheutuva ympäristön altistuneimman henkilön laskennallinen annos oli molemmilla laitoksilla samaa suuruusluokkaa edellisvuoteen verrattuna. Loviisassa ja Olkiluodossa annos oli pienempi kuin edeltävänä vuonna. Loviisan kuvassa näkyy miten laskennalliseen annokseen

vaikuttaa matala-aktiivisen haihdutusjätteen suunniteltu lasku mereen. Edellisen kerran lasku tehtiin vuonna 2004.

Molempien laitosten osalta annokset ovat alle 0,1 % valtioneuvoston päätöksessä (395/1991) asetetusta rajasta 100 mikroSv.



## A.1.6 Dokumentaatiomuutosten toteutuminen muutostöiden yhteydessä

### Määritelmä

Tunnusluvulla seurataan laitosmuutoksista aiheutuneita asiakirjamuutostarpeita ja niiden toteutumista ennen laitoksen käynnistämistä seuraavasta vuosihuollosta. Asiakirjat, joiden ajantasaisuutta seurataan ovat: turvallisuustekniset käyttöohdot (TTKE), lopullinen turvallisuusseloste (FSAR), turvallisuusluokitusasiakirjat ja -kaaviot, PSA-dokumentaatio, käyttöohjeet, kunnossapito-ohjeet ja kaaviokuvat. Tunnuslukuna seurataan toteutuneiden asiakirjamuutosten lukumäärän suhdetta tunnistettujen asiakirjamuutosten lukumäärään.

### Tiedot

Tunnusluvun laskennassa tarvittavat tiedot pyydetään suoraan voimayhtiöiltä.

### Tarkoitus

Seurataan laitoksen laadunvarmistusta ja kykyä ylläpitää laitosdokumentaatiota.

### Vastuutoimisto ja -henkilö

Organisaatiot ja käyttötoiminta (OKA)

Tomi Koskiniemi

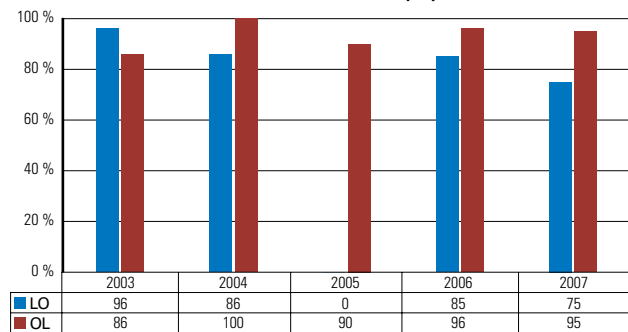
### Tunnusluvun tulkinta

Laitosdokumentaation ajantasaisuus turvallisuustärkeiden dokumenttien osalta on yksi vaatimus ja tarkastuskohta STUKin antaessa käynnistyslupaa laitokselle vuosihuollon jälkeen. Tämä tarkoittaa, että ne vuosihuolloissa tehdyt muutokset, jotka muuttavat TTKE:ta, hätä- ja häiriöohjeita, perustilautusohjeita sekä tehokäytöllä tarvittavia käyttöohjeita tulee olla vietyinä dokumentteihin. Näiden lisäksi katsotaan virtauskaaviot. STUKin tarkastus tapahtuu asiakirjamuutosten toteutumisen osalta kummankin laitoksen päävalvomoissa. Käyttöohjeiston laajuus Loviisassa on karkeasti kaksinkertainen Olkiluotoon nähden.

### Loviisa

Asiakirjamuutosten tunnistaminen tapahtuu Loviisan laitoksen osalta pääasiassa ennakkotarkastusaineistojen etulehtien ja koulutustiedotteiden avulla. Apuna muutosten tunnistamisessa käytetään myös Loviisan laitoksella ylläpidettävää listaa käyttöohjeistoon tarvittavista muutoksista.

Laitosdokumentaation ylläpito



Perussääntönä Loviisassa on, että kaikki hätä- ja häiriöohjeisiin sekä perustilautusohjeisiin tulevat muutokset tehdään, mutta käyttöohjeissa vähäisempien muutosten yhteydessä voidaan varsinainen päivitys korvata väliaikaisesti koulutustiedotteella, joka liitetään käyttöohjeen yhteyteen.

Vuoden 2005 osalta Loviisan luku puuttuu, koska silloin ei tehty merkittäviä muutostöitä.

Vuoden 2007 tunnusluku Loviisan osalta perustuu Loviisa 1 ja 2 laitossyksiköillä vuosihuollossa 2007 toteutettujen muutostöiden tunnistettuihin asiakirjamuutostarpeisiin ja niiden toteumaan (muutostarve/toteutunut). Molemmilla yksiköillä oli lyhyet vuosihuollot, joten muutostöitä oli hyvin vähän. Tämä näkyi myös päivitysten määrässä.

Loviisa 1:n ja 2:n päävalvomossa tehdyn pistokoemaisen tarkastuksen perusteella muutostöistä aiheutuvat asiakirjamuutokset vuosihuollossa 2007 oli tärkeimpien asiakirjojen osalta tehty. Päivitettyjä olivat hätä- ja häiriöohjeet, TTKE sekä PI-kaaviot. Käyttöohjeiden päivityksiä ei oltu tehty vaan yhteyteen oli liitetty tarvittava koulutustiedote. Koulutustiedotetta ei voida laskea päivitykseksi.

Laskettu indikaattori osoittaa asiakirjamuutosten päivitysten onnistuneen edellisten vuosien tapaan kohtuullisesti. Päivitysprosessissa on kuitenkin parannettavaa varsinkin ohjeiston osalta. Loviisan automaatiouudistuksen yhteydessä päivitysten määrä tulee moninkertaistumaan, joten asiaan on syytä kiinnittää huomiota jatkossa.

### Olkiluoto

Olkiluodon laitoksen osalta tunnusluku perustuu muutostöiden projektinhallintajärjestelmään, josta löytyvät muutostöiden asiakirjamuutostarpeita ja niiden toteutumista kuvaavat valvontalomakkeet. Yksittäisten muutostöiden aiheuttamat asiakirja-

muutokset on nykyisin dokumentoitu laitoksella projektikohtaisesti, jolloin esitetyt listat ohjelmuuksista yhdistävät yksittäisen ohjemuutoksen tiettyyn muutostyöhön.

Olkiluodon osalta tunnusluku perustuu Olkiluoto 2 -laitosyksiköillä vuosihuollossa 2007 toteutettujen muutostöiden tunnistettuihin asiakirjamuutostarpeisiin ja niiden toteumaan (muutostarve/toteutunut). Vuonna 2007 ohjeistojen muutokset olivat huomattavasti pienempiä kuin edeltävinä vuosina (2005 ja 2006), jolloin tehtiin suuria modernisointitöitä turbiinipuolella.

Tehdyn pistokoemaisen tarkastuksen perusteella todettiin, että Olkiluoto 2:n päävalvomossa tehdyt muutostöistä aiheutuvat asiakirjamuutokset vuosihuollossa 2007 oli tärkeimpien asiakirjojen osalta tehty. Ohjeistoihin ei yleisesti todettu huomautettavaa – kaikki tarkastetut ohjeet olivat ajantasaiset.

Ainoa puute koski PI-kaavioiden ”punakynä-versioita”, jotka olivat selkiytyneet hieman viime vuosista. TVOn käytäntö on päivittää vanhat kuvat revisioiden aikana ns. punakynäversioilla/ylimääräisillä lappusilla, jolloin varsinaiset virtauskaaviot uusitaan vasta syksyllä.

Laskettu indikaattori osoittaa asiakirjamuutosten päivitysten onnistuneen edellisten vuosien tapaan hyvin

### A.1.7 Laitoksen parantaminen

#### Määritelmä

Laitosten ylläpito- ja muutosisinvestoinnit nykyrahasa korjattuna rakennuskustannusindeksillä.

#### Tiedot

Luvanhaltija toimittaa tunnuslukuun tarvittavat tiedot suoraan vastuuhenkilölle.

Tunnusluvulla osoitetaan investointien suhteellinen vaihtelu. Euromääräiset summat ovat ao. yhtiöiden liiketietoa, jota ei tässä yhteydessä julkaista. Loviisan ja Olkiluodon voimalaitosten investointi- ja perusparannuskuvien skaalat eivät myöskään ole keskenään verrannolliset.

#### Tarkoitus

Seurataan laitoksen ylläpitoon käytettävien investointien määrää ja investointien vaihtelua.

#### Vastuutoimisto ja -henkilö

Organisaatiot ja käyttötoiminta (OKA)

Tomi Koskiniemi

#### Tunnusluvun tulkinta

Tunnusluvun vaihtelussa näkyy selkeästi laitosten tehonkorotuksiin ja modernisointiprojekteihin liittyvät investoinnit vuosina 1997–2000.

Vuosien 2004–2006 investoinnit ovat Loviisan laitoksilla keskimääräistä korkeammalla tasolla. Vuodesta 2004 lähtien Loviisan luvun sisältö on muuttunut siten, että vuosihuoltoon liittyvät sykliset ennakkohuolto- ja QC-tarkastukset luetaan investoinneiksi. Muutos johtuu IFRS-raportoinnin käyttöön otosta.

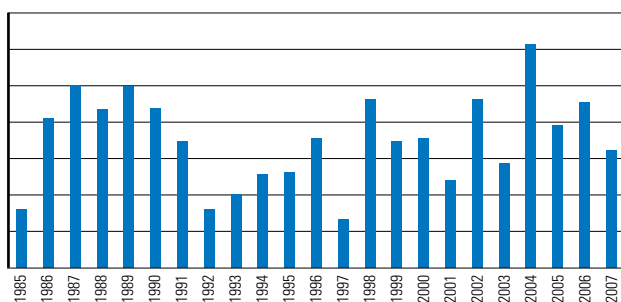
Vastaavasti Olkiluodossa näkyy vuosina 2005–2006 molemmille yksiköille toteutettu laaja modernisointi, jossa uusittiin välitulistin ja korkeapaineturbiini, höyrynkuivain, turbiiniautomaatio sekä 6,6 kV-kojeistot.

Molemmat laitokset ovat kiinnittäneet hyvin paljon huomiota käyttöiän hallintaan, joka näkyy myös jatkuvina pitkän tähtäimen investointisuunnitelmina. Näihin ovat myös osaltaan myötävaikuttaneet Loviisan käyttöluvan (KLUPA) uusinta 2007 sekä Olkiluodon tuleva väliarviointi. Molemmilla laitoksilla tilanne on tällä hetkellä hyvä.

**Loviisa**

Loviisan voimalaitoksella vuoden 2007 merkittävimmät investoinnit olivat Loviisan automaatiouudistukseen (LARA) liittyvät paikalliset työt, jäte-, varasto- ja dekontaminaatiotilojen perusparannus (VAJAKO), irtokappalevalvontajärjestelmän uusiminen, sekundääripiirin turvallisuuden parantaminen (LARA/SETU), aktiivisten kaasujen happi- ja vetyanalysaattorit (TS-järjestelmän uusimisprojekti) sekä uudet polttoainetelineet.

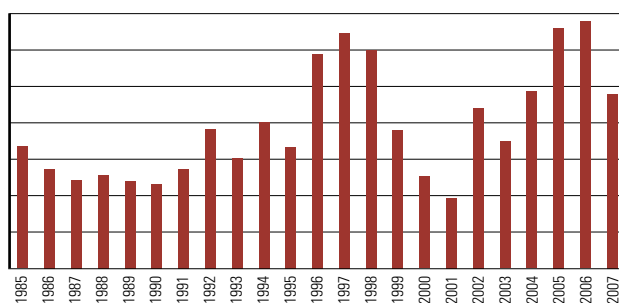
Investoinnit ja perusparannukset, Loviisa

**Olkiluoto**

Olkiluodossa vuoden 2007 suurimpia investointeja olivat sähkön tuotantoon ja ikääntymisen hallintaan liittyvät matalapaine -turbiinien uusintaprojektin aloitus, uusien generaattorien hankintaprojektit – OL1:lla aloitettiin ja OL2:lla jatkui – ja vuonna 2005 aloitetun kaasuturbiinin rakentamisen jatkuminen vuonna 2007.

Suurista investoinneista saatiin vuonna 2007 valmiiksi täyssuolanpoistolaitoksen uusimishanke (OL3 liittyvät lisäykset), laboratorion laajentaminen, bitumilaitteiston uusiminen sekä uusi kaato-  
paikka.

Investoinnit ja perusparannukset, Olkiluoto



## A.II Käyttötapahtumat

### A.II.1 Tapahtumien määrä

#### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan ohjeen YVL 1.5 mukaisten raportoitujen tapahtumien lukumääriä. (Erikoisraportoidut tapahtumat, reaktorin pikasulut sekä käyttötapahtumaraportit.)

#### Tiedot

Tiedot tunnuslukuihin saadaan STUKin asiakirjojen hallintajärjestelmästä (YTD).

#### Tarkoitus

Tunnusluvulla seurataan turvallisuuden kannalta tärkeiden tapahtumien määrää.

#### Vastuutoimisto ja -henkilö

Organisaatiot ja Käyttötoiminta (OKA)

Tomi Koskiniemi (Loviisa)

Suvi Ristonmaa (Olkiluoto)

#### Tunnusluvun tulkinta

#### Loviisa

Erikoisraportoitujen tapahtumien määrät laskivat viime vuodesta, mutta suuria muutoksia ei pitkällä aikavälillä ole tapahtunut. Määrä on pysynyt kohtuullisen pienenä.

Loviisassa havaittiin kuluneena vuonna kaksi erikoisraportoitua (molemmat TTKE:n vastaisia, kts kohta A.I.2) tapahtumaa, jotka liittyivät sähkönsyöttöön: Loviisa 2:lla vuoden 2006 vuosihuollosta jäänyt väliaikaiskytkentä ja Loviisa 1:n vuosihuolloissa 2007 tapahtunut dieselekiskon 6 kV-kiskon ylivirtareleen laukeaminen, jolloin

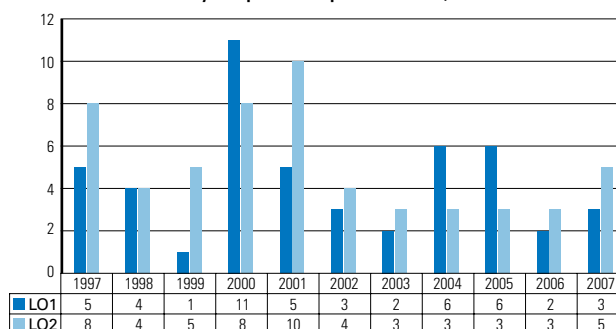
mm. käytössä olevan osajärjestelmän (toinen oli huollossa) jälkilämmönpoistosta huolehtivat pumpput pysähtyivät.

Molempien tapahtumien turvallisuusvaikutus on pieni: Loviisa 2:n virheellinen kytkentä palautettiin välittömästi ja Loviisa1 dieselekiskon ylivirtareleen laukeamisessa laitos toimi suunnitellusti, ja käytettävissä oli yhden pumpun lisäksi myös muita varajärjestelmiä, joilla mahdollinen vaaratilanne olisi saatu hoidettua.

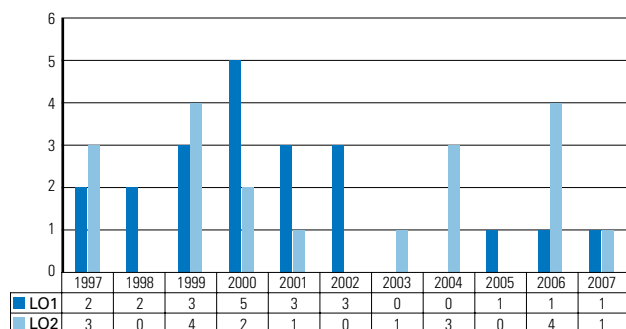
Korjaavat toimenpiteet kohdistuvat ensimmäisessä muutostöiden koordinointiin ja toteutuksen hallintaan sekä työtilausjärjestelmän töiden vaiheistukseen, ja sähkötöiden tarkastusohjeen täsmennyksiin. Toisessa tapauksessa ylivirtareleen vian syy jäi epäselväksi ja sitä selvitetään. Samalla kartoitetaan mahdollisuuksia dieselin apujärjestelmien sähkönsyötön varmentamiseen.

Raportoitujen käyttöhäiriöiden määrä on pysynyt kohtuullisen hyvänä vuodesta 2002 asti ollen 5–9 tapahtuman välissä. Häiriöt koskivat Loviisa 1:lla turbiinin säätöä (2 kpl) sekä 110 kV:n verkkohäiriötä. Loviisa 2:lla häiriötapahtumat koskivat syöttövesipumpun vikaa, pääkiertopumpun vikalaukaisua, päämerivesipumpun suojalaukaisua, yhden säätösauvan vauriopudotusta ja muunta-

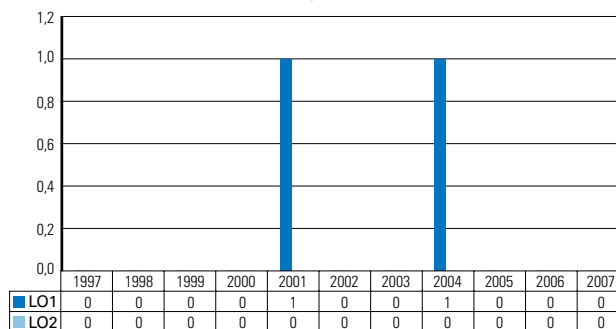
Käyttötapahtumaraporttien määrä, Loviisa



Erikoisraportoitujen tapahtumien määrä, Loviisa



Pikasulkujen määrä, Loviisa





jakatkaisijan (valtakunnan verkkoyhteys) virheelistä avautumista. Laitos toimi häiriöissä suunnitellusti.

Reaktoripikasulkujen määrä on ollut Loviisassa vähäinen, johtuen osittain myös kahdesta turbiinista. Nämä takaavat sen, että jos toinen turbiini menee pikasulkuun häiriön tms. vuoksi, pysyy reaktori silti aina teholla. Vuonna 2005–2007 ei ollut yhtään reaktoripikasulkua.

### Olkiluoto

Olkiluoto 2:lla tapahtui kolme reaktoripikasulkua vuoden aikana: 15.5.2007, 4.9.2007 ja 29.12.2007. Pikasulkuja on tapahtunut 2000-luvulla vähemmän kuin 1990-luvulla, edellinen pikasuluku tapahtui Olkiluoto 1:llä vuonna 2004.

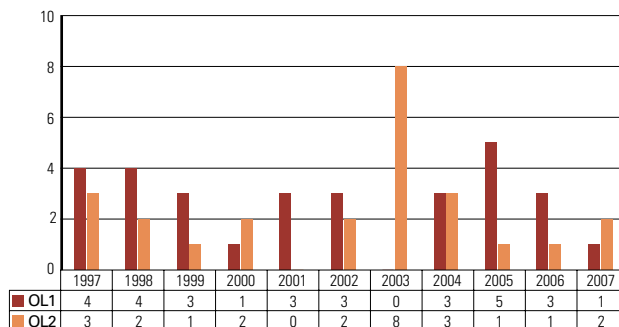
Erikoisraportoitujen ja käyttöhäiriöraportoitujen tapahtumien määrässä ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia. Olkiluoto 2:n erikoisra-

portoitujen tapahtumien määrä ei kuvaa oikein tapahtumien jakautumista laitosyksiköittäin, koska molempia laitosyksiköitä koskevat raportit on kirjattu järjestelmäteknisistä syistä vain Olkiluoto 1:lle. Esimerkiksi vuoden 2007 kaikki Olkiluoto 1:n kolme tapahtumaa koskivat myös Olkiluoto 2:sta.

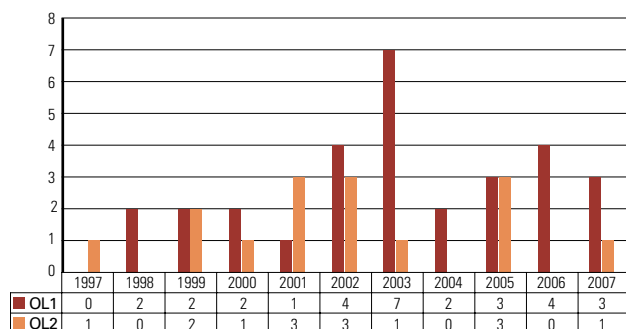
Erikoisraportoituja tapahtumia vuonna 2007 olivat ulospuhallusjärjestelmän venttiilien määräaikaiskokeiden suorittaminen TTKE:sta poikkeavassa käyttötilassa, Olkiluoto 2:n reaktoripikasulku 4.9.2007, kelpostamattomien sekä väärin sulakkeiden käyttö ja suojarakennusten lukitsemattomat eristysventtiilit.

Käyttöhäiriöraportit laadittiin Olkiluoto 1:n syöttövesipumpun liukurengastiiivisteiden vikaantumisesta, tulipalon alusta Olkiluoto 2:n turbiinilaitoksella sekä Olkiluoto 2:n käyttöhäiriöistä 27.–29.12.2007 (pääkiertopumpun pyöriminen väärään suuntaan, höyryvuodot turbiinipuolella).

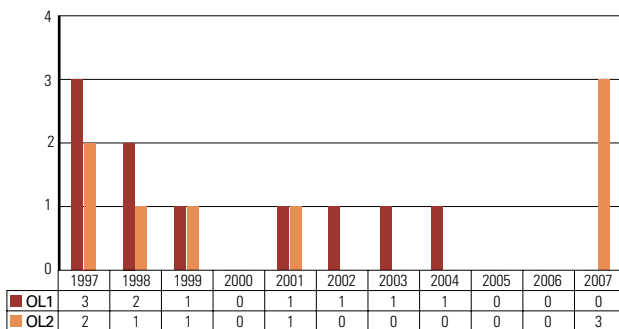
Käyttötapahtumaraporttien määrä, Olkiluoto



Erikoisraportoitujen tapahtumien määrä, Olkiluoto



Pikasulkujen määrä, Olkiluoto



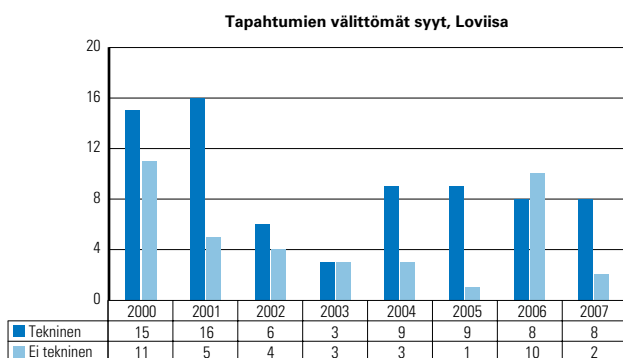
## A.II.2 Tapahtumien välittömät syyt

### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan ohjeen YVL 1.5 mukaisen raportoitujen tapahtumien välittömiä syitä. Tapahtumien syyt jaotellaan teknisiin vikoihin ja käyttö- ja kunnossapitovirheisiin (ei teknisiin).

### Tiedot

Tiedot kerätään erikoisraporteista, pikasulkuraporteista sekä käyttöhäiriöraporteista ja luokitellaan OKAn ylläpitämään tapahtumien seuranta-  
taulukkoon.



### Tarkoitus

Tunnusluvulla seurataan raportoitujen tapahtumien syiden jakautumista teknisiin ja ei teknisiin. ”Ei-teknisillä syillä” tarkoitetaan käyttö- ja kunnossapitovirheistä aiheutuneita vikoja. Tunnusluku voi antaa kuvaa organisaation toiminnasta.

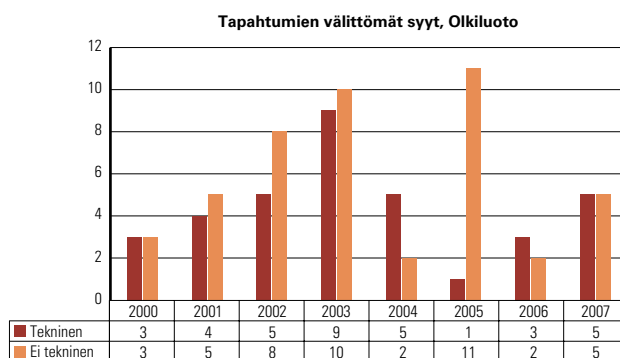
### Vastuutoimisto ja -henkilö

Organisaatiot ja Käyttötoiminta (OKA)

Suvi Ristonmaa ja Tomi Koskiniemi

### Tunnusluvun tulkinta

Tunnuslukuissa ei ole kummankaan voimayhtiön osalta tehtävissä erityisiä johtopäätöksiä.



### A.II.3 Tapahtumien merkitys

#### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan laitteiden epäkäytettävyyksien riskimerkitystä. Riskimittana käytetään kuhunkin tapahtumaan liittyvää sydänvauriotodennäköisyyden kasvua (CCDP, Conditional Core Damage Probability). CCDP ottaa huomioon tapahtuman keston. Tapahtumat on jaettu kolmeen ryhmään: 1) laitevioista aiheutuvat epäkäytettävyydet, 2) suunnitellut epäkäytettävyydet ja 3) alkutapahtumat. Tapahtumat on lisäksi jaettu niiden riskimerkityksen (CCDP) perusteella kolmeen kategoriaan: riskin kannalta merkittävimmät tapahtumat ( $CCDP > 1E-7$ ), muut merkitykselliset tapahtumat ( $1E-8 \leq CCDP < 1E-7$ ) ja muut tapahtumat ( $CCDP < 1E-8$ ). Tunnuslukuna on kuhunkin kategoriaan sijoittuvien tapahtumien lukumäärä.

STUKin myöntämällä poikkeusluvulla tehtävistä töistä aiheutuvat epäkäytettävyydet ovat mukana ryhmässä 2. Mahdolliset TTKE-rikkomukset ovat ryhmässä 1, mikäli ne soveltuvat hyödynnettäviksi tässä tunnusluvussa. TTKE-rikkomuksia käsitellään lisäksi luvussa A.I.2.

Huom! Loviisan laitoksen osalta laskut perustuvat jossain määrin vanhentuneeseen sisäisten alkutapahtumien malliin, joten niitä tulee pitää vain suuntaa antavina.

#### Tiedot

Tiedot tunnuslukujen laskentaan kerätään voimayhtiöiden raporteista ja poikkeuslupahakemuksista.

#### Tarkoitus

Tunnusluvulla seurataan laitteiden käyttökunnottomuuden riskimerkitystä ja arvioidaan riskin kannalta merkittäviä alkutapahtumia ja suunniteltuja epäkäytettävyyksiä. Erityistä huomiota analysointiprosessissa kiinnitetään toistuviin tapahtumiin, yhteisvikoihin, samanaikaisiin vikoihin ja inhimillisiin virheisiin. Tapahtumien analysoinnissa pyritään järjestelmällisesti tunnistamaan myös organisaatio- ja turvallisuuskulttuurin heikkenemistä indikoivia merkkejä.

#### Vastuutoimisto ja -henkilö

Riskianalyysit (RIS), Jorma Rantakivi  
(PSA-laskut)  
Organisaatiot ja käyttötoiminta (OKA)  
(vikatiedot)

#### Tunnusluvun tulkinta

#### *Loviisa*

Seuraavassa on esitetty lyhyt kuvaus merkittävisistä tapahtumista:

## Loviisa 1:

- 1) Korkeapaine hätäisävesipumppu TJ11D01 käyttökunnon 6kV:n katkaisijavian vuoksi. Vika oli piilevänä 14 vrk.
- 2) Ennakkohuolto: Apuhätäsyöttövesijärjestelmän RL97 huolto revisiossa (kesto noin 11 vrk).

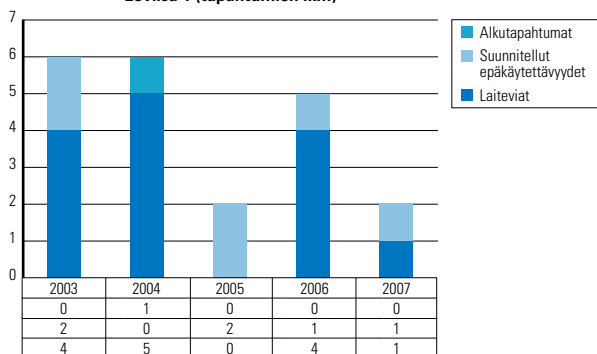
## Loviisa 2:

- 1) Välijäähdytyspiirin TF33 venttiili S02 ei toiminut luotettavasti, mikä teki ko. linjan toiminnan epävarmaksi. Vika oli ollut piilevänä 15 vuorokautta.
- 2) Diesel EY02 ei käynnistynyt koestuksessa, öljyn pinta hälytti.
- 3) Ennakkohuolto: Apuhätäsyöttövesijärjestelmän RL94 huolto revisiossa (kesto noin 11 vrk).

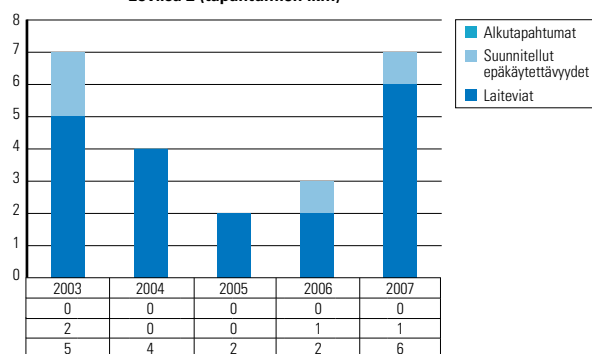
- 4) Suojarakennuksen ruiskutuspumppu alkoi vuotaa koestuksessa. Vika oli ollut piilevänä noin 6 vrk.
- 5) Instrumentointitilojen ilmastoinnin UV46 jäädytinkoje B02:ssa häiriö.
- 6) Instrumentointitilojen ilmastoinnin UV45 merivesilauhduttimessa vuoto.

Loviisassa tapahtumien aiheuttama riski koostuu muutamasta yksittäisestä laiteviasta ja apuhätävesisyöttöjärjestelmän redundanssien ennakkohuolloista. Analysoituja tapahtumia voidaan pitää ydinvoimalaitoksen normaaliin käyttöön kuuluvina, eivätkä ne aiheuttaneet lisätoimenpiteitä STUKin taholta.

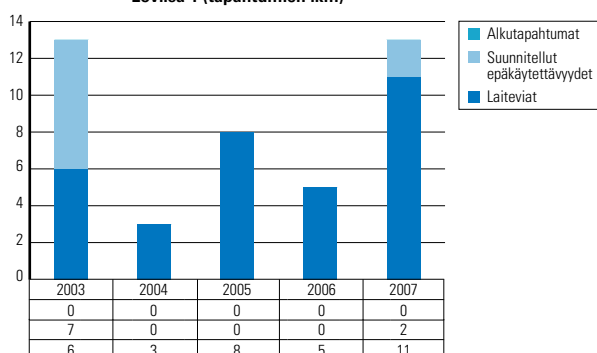
Riskin kannalta merkittävimmät tapahtumat  
CCDP > 1E-7,  
Loviisa 1 (tapahtumien lkm)



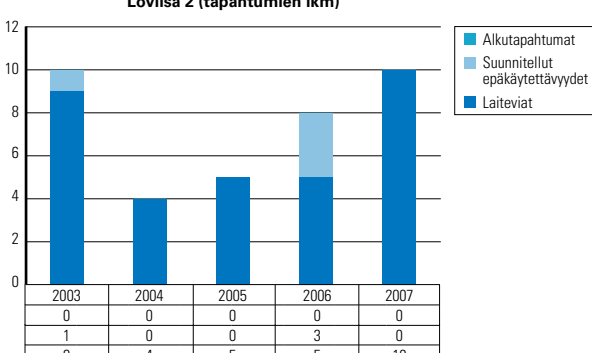
Riskin kannalta merkittävimmät tapahtumat  
CCDP > 1E-7,  
Loviisa 2 (tapahtumien lkm)



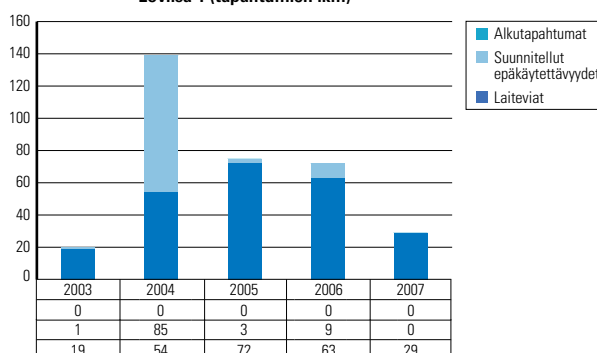
Riskin kannalta merkitykselliset tapahtumat  
1E-8 < CCDP < 1E-7,  
Loviisa 1 (tapahtumien lkm)



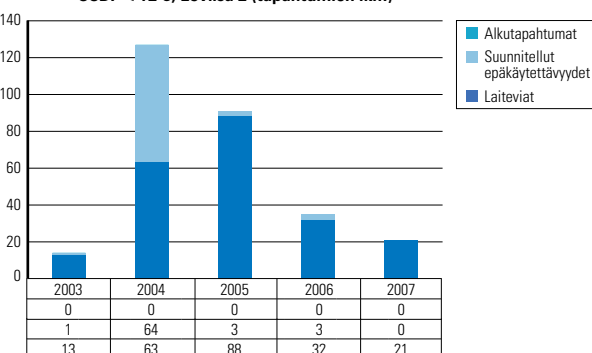
Riskin kannalta merkitykselliset tapahtumat  
1E-8 < CCDP < 1E-7,  
Loviisa 2 (tapahtumien lkm)



Muut tapahtumat CCDP < 1E-8,  
Loviisa 1 (tapahtumien lkm)



Muut tapahtumat  
CCDP < 1E-8, Loviisa 2 (tapahtumien lkm)



**Olkiluoto**

Seuraavassa on esitetty lyhyt kuvaus merkittävisistä tapahtumista:

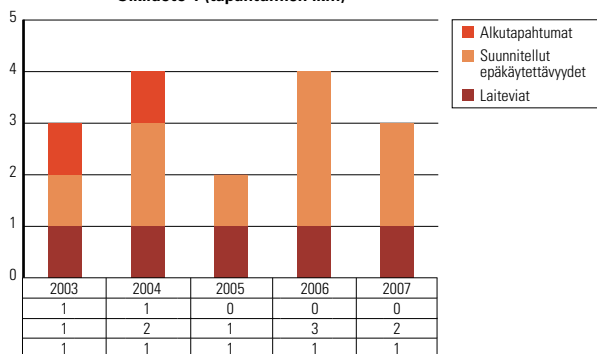
**Olkiluoto 1:**

- 1) Välijäähdytyspiirin 712 linjan 3 virtausmittaus K321 oli viallinen, mikä esti linjan toiminnan. Vika oli ollut piilevänä noin 3 vrk.
- 2) Ennakkohuolto: Dieselpaketti DIP-B kesti noin 17 vrk.
- 3) Ennakkohuolto: Dieselpaketti DIP-D kesti noin 4 vrk.

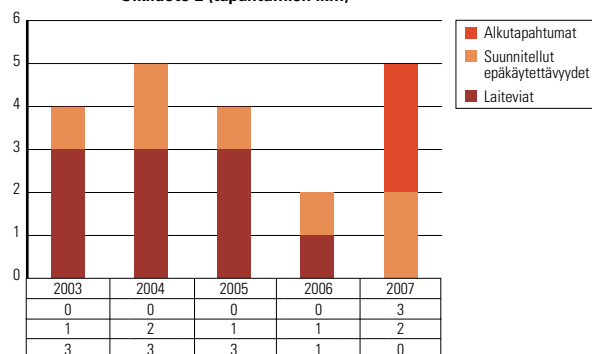
**Olkiluoto 2:**

- 1) Alkutapahtuma: Pikasulku ja höyryn ohitusventtiilien virhetoiminnasta aiheutunut lauhduttimen ja syöttöveden menetys.
- 2) Alkutapahtuma: Pikasulku, laitos käyttäytyi odotetulla tavalla.
- 3) Alkutapahtuma: Pikasulku, laitos käyttäytyi odotetulla tavalla.
- 4) Ennakkohuolto: Dieselpaketti DIP-D kesti noin 4 vrk.
- 5) Ennakkohuolto: Dieselpaketti DIP-B kesti noin 18 vrk.

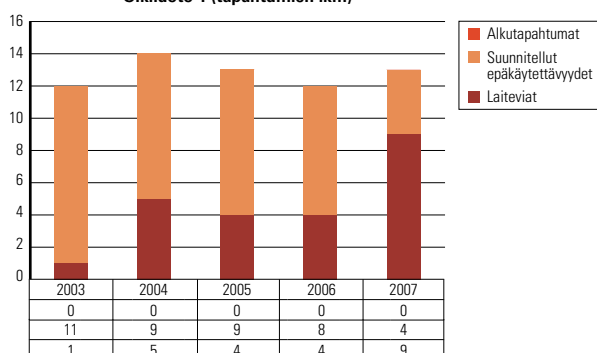
Riskin kannalta merkittävimmät tapahtumat  
CCDP > 1E-7,  
Olkiluoto 1 (tapahtumien lkm)



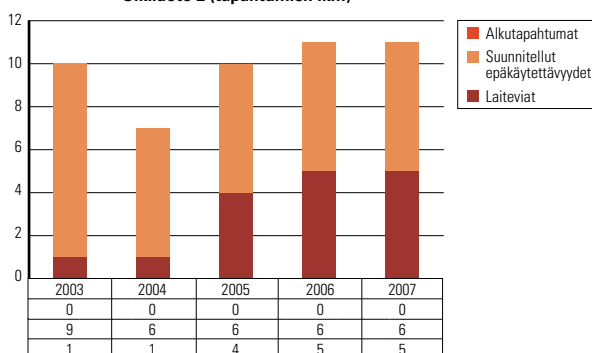
Riskin kannalta merkittävimmät tapahtumat  
CCDP > 1E-7,  
Olkiluoto 2 (tapahtumien lkm)



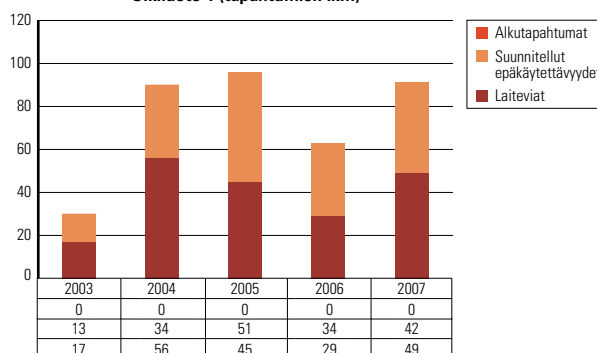
Riskin kannalta merkitykselliset tapahtumat  
1E-8 < CCDP < 1E-7,  
Olkiluoto 1 (tapahtumien lkm)



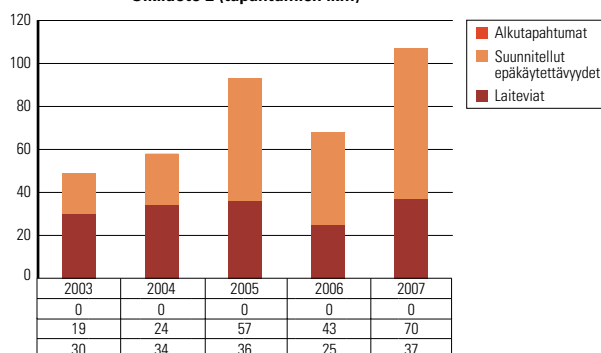
Riskin kannalta merkitykselliset tapahtumat  
1E-8 < CCDP < 1E-7,  
Olkiluoto 2 (tapahtumien lkm)



Muut tapahtumat CCDP < 1E-8,  
Olkiluoto 1 (tapahtumien lkm)



Muut tapahtumat CCDP < 1E-8,  
Olkiluoto 2 (tapahtumien lkm)

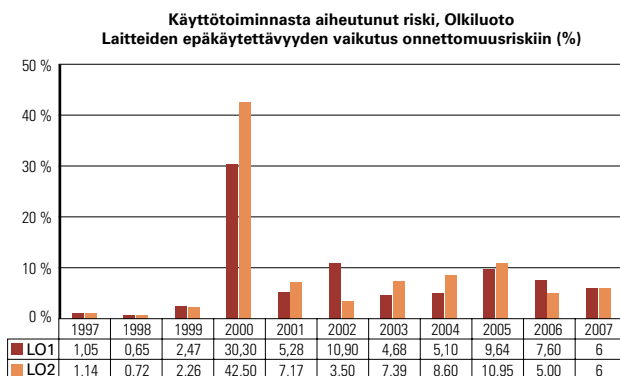
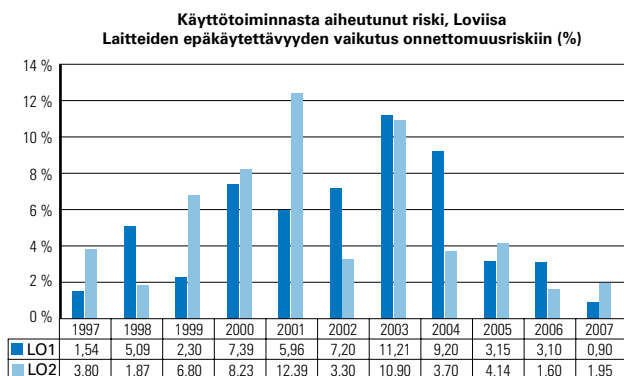


Olkiluodossa tapahtumien aiheuttama riski koostui kolmesta pikasulusta ja muutamasta yksittäisestä laiteviasta ja dieselpakettien pitkästä kestosta. Analysoituja tapahtumia voidaan pitää ydinvoimalaitoksen normaaliin käyttöön kuuluvina, eivätkä ne aiheuttaneet lisätoimenpiteitä STUKin taholta.

Kaikkien kolmen kategorian yhteenlaskettu CCDP jaettuna vakavan onnettomuuden todennäköisyydellä antaa kootun kuvan käyttötapauksi-

en riskimerkityksestä. Riskiä laskettaessa käytetään konservatiivisia oletuksia ja yksinkertaistuksia analyysityön helpottamiseksi, mikä heikentää olennaisesti tulosten käytettävyyttä trendiseurannassa. Mikäli riskimerkitys pysyy vuodesta toiseen keskimäärin tavoitetasolla, ei ole syytä kiinnittää erityistä huomiota vuotuisen vaihteluun.

Käyttötoiminnasta aiheutunut riski on pysynyt kaikilla laitossyksiköillä suurinpiirtein samalla tasolla kuin aiempinakin vuosina.





## A.II.4 Ydinvoimalaitoksen onnettomuusriski

### Määritelmä

Tunnusluku on ydinpolttoaineen vakavaan vaurioitumiseen johtavan onnettomuuden todennäköisyys vuotta kohti (sydänvauriotaajuus). Onnettomuusriski esitetään yhtä ydinvoimalaitosyksikköä kohti.

### Tiedot

Tiedot saadaan ydinvoimalaitosten todennäköisyysperustaisten riskianalyyysien (PRA/PSA) tuloksena. Riskianalyysi perustuu yksityiskohtaisiin laskentamalleihin, joita kehitetään ja täydennetään jatkuvasti. Mallien laatimiseen on suomalaisilla ydinvoimalaitoksilla käytetty yhteensä yli 200 henkilötyövuotta. Riskianalyyysien lähtötietoina käytetään mm.maailmanlaajuisesti kerättyjä laitteiden ja operaattoritoimintojen luotettavuustietoja sekä suomalaisten laitosten omia käyttökokemuksia.

### Tarkoitus

Tunnusluvun avulla seurataan ydinvoimalaitoksen onnettomuusriskin kehittymistä. Tavoitteena on, että ydinvoimalaitosta käytetään ja ylläpidetään niin, että onnettomuusriski pienenee tai pysyy ennallaan. Riskianalyyysien avulla voidaan havaita tarpeita laitoksen tai toimintatapojen muutoksiin.

### Vastuutoimistot ja -henkilö

Riskianalyysit (RIS), Jorma Rantakivi

(PSA-laskut)

Organisaatiot ja käyttötoiminta (OKA)

(vikatiedot)

### Tunnusluvun tulkinta

Tunnuslukua arvioitaessa on otettava huomioon, että siihen vaikuttavat sekä voimalaitoksen että laskentamallin kehittyminen. Vaaratekijöiden poistamiseksi tehdyt laitoksen tai toimintatapojen muutokset pienentävät tunnuslukua. Tunnusluvun kasvu voi johtua mallin laajentamisesta uusiin tapahtumaryhmiin tai uusien vaaratekijöiden tunnistamisesta. Lisäksi mallien ja lähtötietojen tarkentaminen voi johtaa riskiarvioiden muutoksiin kumpaankin suuntaan. Esimerkiksi Loviisan ydinvoimalaitoksen tunnusluvun kasvu v. 2003 johtui analyysin laajentamisesta kattamaan poikkeuksellisen ankarat sääolosuhteet ja merellä tapahtuvat öljyonnettomuudet polttoaineenvaihtoseisokin

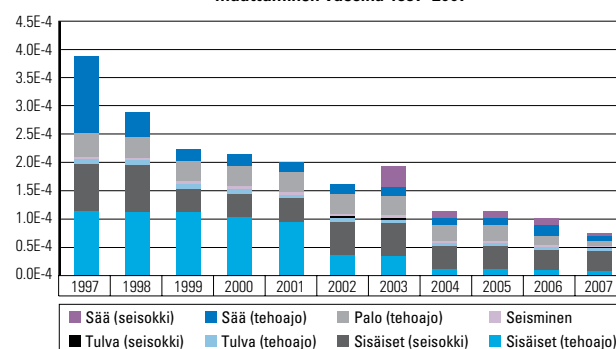
aikana. Seuraavana vuonna tunnusluku pieneni mm. kyseisten ilmiöiden tarkemman analysoinnin tuloksena.

Loviisan voimalaitoksen onnettomuusriski on viimeisen kymmenen vuoden aikana jatkuvasti pienentynyt ja riskianalyysin laajennusten yhteydessä havaittuja uusia riskitekijöitä on poistettu tehokkaasti. Vuonna 2007 tunnusluku pieneni, koska vuoden aikana valmistui uusi merivesilinja, jonka avulla sammutetun laitoksen jäähdytykseen tarvittava merivesi voidaan ottaa vaihtoehtoisesti poistokanavasta. Tämä muutos pienensi riskiä tilanteissa, joissa levä, suppojää tai öljypäästö vaarantavat meriveden saannin tavanomaista kautta.

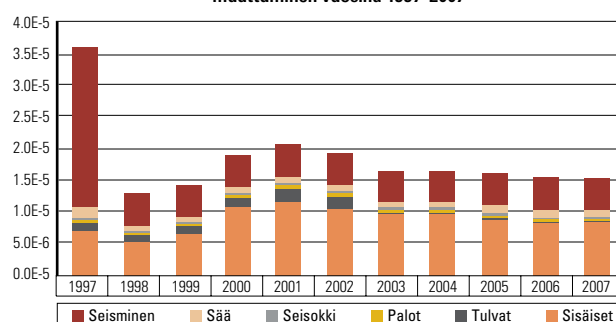
Tärkeimmät onnettomuusriskin aiheuttajat Loviisan voimalaitoksella ovat seisokin aikaiset laitoksen sisäiset tapahtumat (mm. raskaan taakan pudotus ja reaktorin säätöön käytettävän boorin äkillisen laimenemisen aiheuttama tehopiikki), tulipalot, korkea meriveden pinta tehokäytön aikana ja öljyonnettomuus polttoaineenvaihtoseisokin aikana.

Olkiluodon voimalaitoksen tunnusluku on viime vuosina pysynyt jokseenkin ennallaan tai laskenut lievästi laitoksella toteutettujen pienehköjen parannusten ansioista. Tärkeimmät onnettomuusriskin aiheuttajat Olkiluodon voimalaitoksella ovat tehokäytön aikaiset sisäiset tapahtumat (käyttöhäiriöön

Loviisan laitostyksiköille lasketun vuotuisen onnettomuusriskin muuttuminen vuosina 1997–2007



Olkiluodon laitostyksiköille lasketun vuotuisen onnettomuusriskin muuttuminen vuosina 1997–2007



johtavat laiteviat ja putkimurtumat) sekä Suomessa mahdollisiksi arvioitujen maanjäristysten seurauksena esiintyvät releiden toimintahäiriöt.

## A.II.5 Palohälytysten määrä

### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan palohälytysten ja todellisten palojen määrää.

### Tiedot

Tiedot tunnuslukuihin kerätään voimayhtiöistä. Luvanhaltijat toimittavat tunnuslukuun tarvittavat tiedot STUKin tunnusluvun vastuuhenkilölle.

### Tarkoitus

Tunnusluvulla valvotaan palontorjunnan tehokkuutta ydinvoimalaitoksilla.

### Vastuutoimisto ja -henkilö

Rakennustekniikka (RAK)

Heikki Saarikoski

### Tunnusluvun tulkinta

Loviisan voimalaitoksella ei ollut vuonna 2007 palloiksi luokiteltavia tapahtumia.

Olkiluodon voimalaitoksella oli 5 tulipaloksi luokiteltua tapahtumaa. Seuraavassa on tarkemmin kuvattu palotapahtumat.

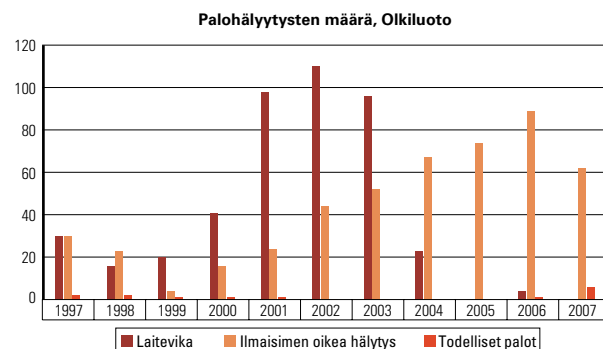
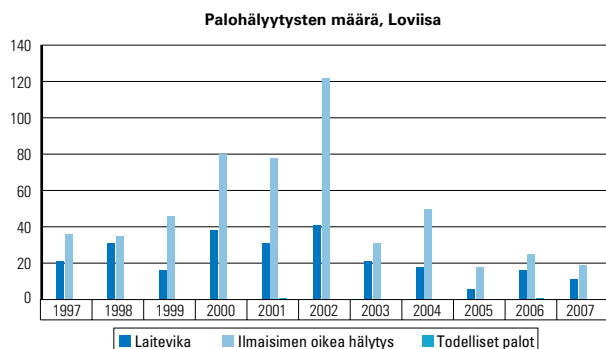
- 5.4.2007: Vesilaitos: Ups-keskuksessa tapahtui oikosulku ja jonkinlainen räjähdys.
- 7.6.2007: OL2:n turpiinrakennuksessa oli pieni öljypalo. Tapahtumasta on tehty käyttöhäiriöraportti.
- 26.6.2007: OL1, suojelukeskusrakennus: Ilmastointikoneen suodatin kärysi.
- 5.7.2007: OL1, vetykeskus: Vetytalo painemitarissa. Palosta on tehty tapahtumaraportti.
- 16.12.2007: OL1 A-subin dieselhuone: Käynnistysilmakompressorin oli hajonnut ja huonetilassa oli savua. Hälytys tuli ensin ennakkovaroituksena ja muuttui sitten paloksi.

Loviisan voimalaitoksella ilmaisimien oikeat hälytykset ja laiteviat vähenivät jonkin verran edellisestä vuodesta. Olkiluodon voimalaitoksella ilmaisimien oikeat hälytykset vähenivät myös jonkin verran edellisestä vuodesta. Hälytysten määrään vaikuttavat esim. kunnossapitotöiden määrä, ilmaisimien kytkeminen irti töiden takia riittävän laajalta alueelta ja paloilmoitinlaitteiden luotettavuus toiminta.

Loviisan ja Olkiluodon voimalaitoksella vallitsevana olivat pölyn, käryn ja kosteuden aiheuttamat ilmaisimien hälytykset. Olkiluodon hälytyksissä on mukana myös käytetyn polttoaineen varaston (KPA), loppusijoitustilan (VLJ-luola) sekä ulkoalueiden hälytykset, mistä johtuu Olkiluodon hälytysten suurempi määrä.

Loviisan voimalaitoksella paloilmoitinjärjestelmä uusittiin vuonna 2000 ja Olkiluodossa vuonna 2001. Hälytysten määrät kasvoivat sen jälkeen kummallakin laitoksella johtuen herkemmistä laitteista ja laitevioista. Hälytysten selkeä väheneminen Loviisan laitoksella vuodesta 2003 ja Olkiluodon laitoksella vuodesta 2004 lähtien johtuu siitä, että ennakkohälytykset eivät ole enää olleet laskennassa mukana.

Sekä Loviisan että Olkiluodon voimalaitoksilla paloturvallisuus on säilynyt keskimäärin entisellä tasolla. Loviisan voimalaitoksella voidaan paloturvallisuuden katsoa hivenen parantuneen, koska ilmaisimien antamien hälytysten määrä on laskenut ja tulipaloiksi luokiteltavia tapahtumia ei ole ollut. Olkiluodon voimalaitoksella voidaan paloturvallisuuden arvioida säilyneen edellisvuoden tasolla, koska ilmaisimien antamien hälytysten määrä on laskenut ja tulipaloiksi luokiteltavien tapahtumien määrä on lisääntynyt muutamalla, vähäiseksi luokiteltavalla tapahtumalla.



## A.III Rakenteellinen eheys

### A.III.1 Polttoaineen tiiviys

#### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan laitosyksikkökohtaisesti primäärijäähdytteen jodi-131-aktiivisuuspitoisuuden (I-131-aktiivisuuspitoisuuden) maksimitasoa ja maksimiaktiivisuuden huippuarvoa tasaisella tehoajolla (Loviisa käynnistystila tai tehokäyttö; Olkiluoto tehoajo). Loviisan laitoksen tunnuslukuna seurattiin vuoden 2006 loppuun asti primäärijäähdytteen aktiivisuustasoa I-131-ekvivalenteiksi muunnettuina pitoisuuksina ja maksimiaktiivisuutta jodi-isotooppien summana. Vuoden 2006 lopulla primäärijäähdytteen jodi-aktiivisuuksia koskeva TTKE-raja määriteltiin I-131-aktiivisuuspitoisuutena aikaisemmin käytetyn jodi-isotooppien summan asemesta. Samassa yhteydessä tunnuslukujen maksimiaktiivisuustason seurannassa siirryttiin käyttämään I-131-aktiivisuuspitoisuuksia. Loviisan laitos toimitti I-131-aktiivisuuspitoisuuksien lukuarvot taannehtivasti vuosilta 1997–2006.

Tunnuslukuna seurataan myös I-131-maksimiaktiivisuutta paineenalennuksen aikana ajettaessa seisokkiin tai reaktoripikasulun tapahduttua sekä reaktorista polttoainevuotojen vuoksi poistettujen polttoaineenippujen määrää.

#### Tiedot

Luvanhaltijat toimittavat tiedot suoraan STUKin tunnusluvun vastuuhenkilölle. Maksimiaktiivisuustasot ovat luettavissa myös voimayhtiöiden toimittamista neljännesvuosiraporteista.

#### Tarkoitus

Tunnusluvut kuvaavat polttoaineen eheyttä sekä polttoainevuodon suuruutta käyttöjaksolla. Alasajotilanteiden tunnusluvut kuvaavat lisäksi alasajon onnistumista säteilysuojelun kannalta.

#### Vastuuhenkilö

Reaktori- ja turvallisuusjärjestelmät (REA)

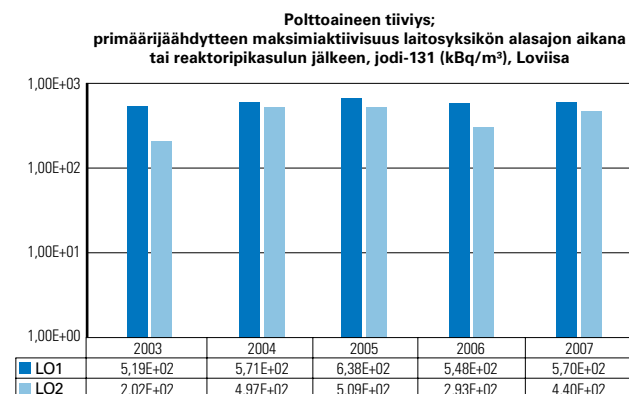
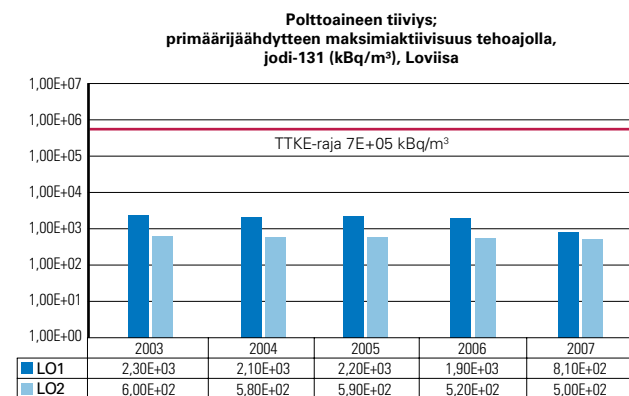
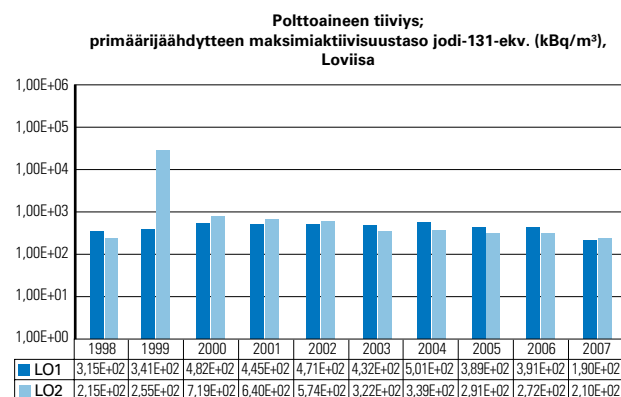
Kirsti Tossavainen

### Primääripiirin aktiivisuus

#### Tunnuslukujen tulkinta (Loviisa)

Loviisan laitosyksiköillä ei vuonna 2007 ollut vuotavaa polttoainetta, joten primäärijäähdytteen jodi-131-aktiivisuuksissa ei ollut oleellisia muutoksia. Maksimiaktiivisuuspitoisuudet olivat sadasapromillen luokkaa TTKE:ssä määritellystä raja-arvosta.

STUKin tunnuslukuna seurataan myös primäärijäähdytteen I-131-aktiivisuuspitoisuutta laitosyksiköiden alasajojen ja reaktoripikasulkujen aikana. Loviisan laitoksella ei alasajojen aikaisissa I-131-aktiivisuuspitoisuuksissa ole tapahtunut merkittäviä muutoksia, koska laitosyksiköillä ei ole ollut polttoainevuotoja vuoden 1999 jälkeen.



## Primääripiirin aktiivisuus

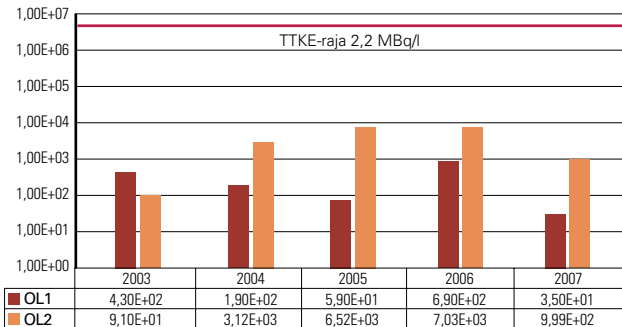
### Tunnuslukujen tulkinta (Olkiluoto)

Vuonna 2007 OL2:n reaktorissa oli vuotavaa polttoainetta. Polttoainevuoto oli alkanut 18.7.2006 ja vuotava polttoainennippu poistettiin reaktorista 20.5.2007 alkaneeissa vuosihuollossa. Vuoto pysyi koko ajan pienenä. Tasaisella tehoajolla reaktoriveden I-131-aktiivisuuspitoisuus oli enimmillään alle promillen toimenpiteitä edellyttävästä raja-arvosta. Polttoainevuodosta ei luennut uraania reaktoriveteen. Alasajotilanteissa aktiivisuuspitoisuus oli suurimmillaan ( $37\,000\text{ kBq/m}^3$ ) 15.5.2007 tapahtuneen reaktorin pikasulun jälkeisen ylösajon aikana. OL2:lla tapahtui kaksi reaktoripikasulkua myös vuosihuoltoseisokin jälkeen, jolloin reaktorissa ei ollut enää vuotavaa polttoainetta. Niiden jälkeisten ylösajojen aikainen reaktoriveden I-131-

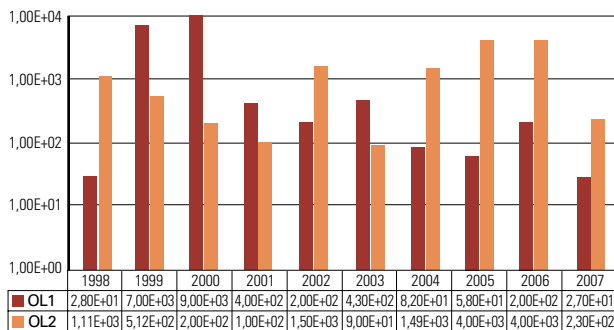
aktiivisuuspitoisuus ei olleellisesti poikennut tehoajon aikaisesta aktiivisuuspitoisuudesta.

OL1:llä ei ollut vuotavaa polttoainetta vuoden 2006 vuosihuoltoseisokin jälkeen eikä reaktoriveden I-131-aktiivisuuspitoisuuksissa näin ollen tapahtunut oleellisia muutoksia.

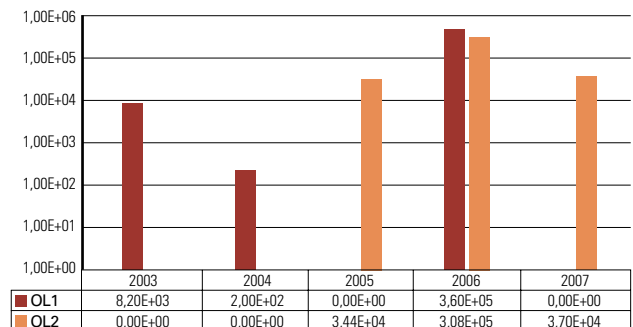
Polttoaineen tiivys;  
primäärijäähdytteen maksimiaktiivisuus tehoajolla,  
jodi-131 ( $\text{kBq/m}^3$ ), Olkiluoto



Polttoaineen tiivys;  
primäärijäähdytteen maksimiaktiivisuustaso jodi-131-ekv. ( $\text{kBq/m}^3$ ),  
Olkiluoto



Polttoaineen tiivys;  
primäärijäähdytteen maksimiaktiivisuus laitosyöskön alasajon aikana  
tai reaktoripikasulun jälkeen, jodi-131 ( $\text{kBq/m}^3$ ), Olkiluoto



**Vuotavien polttoainenippujen määrä****Tunnusluvun tulkinta (Loviisa)**

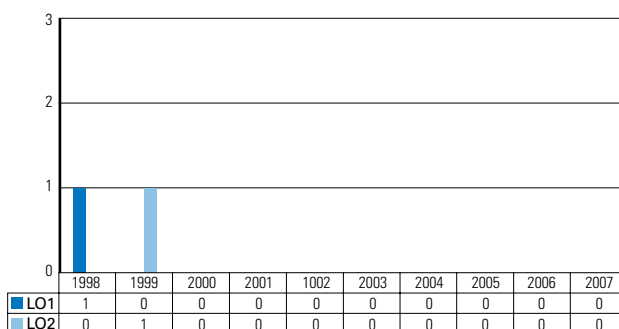
Loviisan laitossyksiköillä ei ole ollut polttoainevuotoja viime vuosina.

**Tunnusluvun tulkinta (Olkiluoto)**

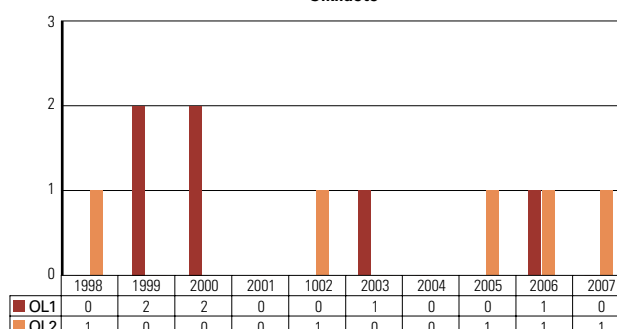
Olkiluodon laitossyksiköillä on polttoainevuotoja ollut lähes joka vuosi. Vuodot ovat olleet pieniä ja vuotavat niput on poistettu vuodon jälkeen seuraavassa vuosihuoltoseisokissa. Polttoainevuoto syntyy usein reaktorijäähdytteessä olevan pienen irto-osan, esimerkiksi metallilastun, jäädessä kiinni polttoainerakenteeseen. Jäähdytevirtauksen vaikutuksesta irto-osa voi värähdellä ja rikkoa polttoaineen suojakuoren. Irto-osia voi päästä reaktoriin seisokkien aikan tehtävissä töissä, kun reaktori

ja primääripiiri ovat avoimia. Vuonna 2005 STUK edellytti luvanhaltijalta selvitystä työmenettelyihin liittyvistä kehitystarpeista, jotta vältetään irto-osien pääsy reaktoriin. Selvityksen tuloksena luvanhaltija paransi mm. ohjeita ja työtilaus- ja hankintamenettelyjä. Lisäksi tulokoulutuksessa ja erilaisissa kokouksissa levitetään tietoa irto-osiin liittyvistä vaaroista sekä omalle että urakoitsijoiden henkilöstölle ja kehoitetaan huolellisuuteen ja tarkkaavaisuuteen työskenneltäessä avonaisten komponenttien äärellä. Toimenpiteiden vaikutukset on nähtävissä tulevina vuosina. Vuoden 2006 vuosihuoltoseisokkien jälkeisellä käyttöjaksolla laitossyksiköillä on ollut yksi polttoainevuoto. Vuoden 2007 vuosihuoltojen jälkeen ei vuoden loppuun mennessä ole ollut polttoainevuotoja.

Reaktorista poistettujen vuotavien polttoainenippujen lukumäärä, Loviisa



Reaktorista poistettujen vuotavien polttoainenippujen lukumäärä, Olkiluoto



## A.III.2 Primääripiirin tiiviys

### Määritelmä

Vesikemian tunnusluvut ovat seuraavat:

- Voimayhtiöiden käyttämät kemian indeksit, jotka kuvaavat painevesilaitosten sekundääri- ja kiehutuslaitosten reaktoripiirin vesikemiallisten olosuhteiden ylläpidon tehokkuutta. Olkiluodon laitoksen tunnuslukuna on laitoksen käyttämä kansainvälinen indeksi. Loviisan laitoksen tunnuslukuna on laitoksella kansainvälisen indeksin rinnalle kehitetty uusi, vuonna 2003 käyttöön otettu indeksi. Uusi indeksi kuvaa Loviisan laitoksen sekundääripiirin vesikemiallisia olosuhteita herkemmin kuin VVER-laitoksille tarkoitettu vastaava kansainvälinen indeksi. Loviisan laitoksen indeksi huomioi höyrystimien ulospuhalluksessa ja syöttövedessä olevia korroosiota aiheuttavia tekijöitä ja korroosiotuotteiden pitoisuuksia. Höyrystimien ulospuhalluksesta laskennassa ovat mukana kloridi-, sulfaatti- ja natriumpitoisuus sekä hapan johtokyky ja syöttövedestä rauta-, kupari- ja happipitoisuus. Olkiluodon laitoksen kemian indeksiin vaikuttavat reaktoriveden kloridi- ja sulfaattipitoisuus ja syöttöveden rautapitoisuus. Kummankin laitoksen indekseissä huomioidaan em. arvot vain tehokäytön ajalta.
- Loviisan laitokselta höyrystimien ulospuhallusten ja Olkiluodon laitokselta reaktoriveden käynnin aikaisten kloridipitoisuusmaksimien osuus TTKE-rajasta tarkastelujaksolla. Olkiluodon laitokselta seurataan myös reaktoriveden sulfaattipitoisuuden maksimiarvoja tasaisella tehoajolla.
- Reaktoripiirin ja sekundääripiirin pinnoilta jäähdytteeseen irronneet korroosiotuotteet. Loviisan laitokselta seurataan primäärijäähdytteen kiintoaineen rautapitoisuutta (tarkastelujakson maksimiarvo) ja sekundääripiirin syöttöveden rautapitoisuutta (tarkastelujakson maksimi). Olkiluodon laitokselta seurataan syöttöveden rautapitoisuutta (tarkastelujakson maksimiarvo). Lisäksi kummaltakin laitokselta seurataan reaktorijäähdytteen Co-60-aktiivisuuspitoisuuden maksimia ajettaessa laitosta kylmäseisokkiin tai reaktoripikasulun tapahduttua.

Primääripiirin tunnistettuja ja tunnistamattomia vuotoja seurataan Olkiluodon laitosyksiköillä seuraavien tunnuslukujen avulla:

- suojarakennuksen sisäisten tunnistettujen (suojarakennuksesta valvottujen vuotojen keräilytankkiin, 352 T1, kerätyt vuodot) ja tunnistamattomien (valvotun lattiaviemärijärjestelmän pohjakaivoon, 345 T33, tulevan kokonaisvuodon määrä) vuotojen kokonaismäärät ( $m^3$ ) käyttöjaksolla ja
- vuoden aikana ollut suojarakennuksen sisäinen suurin vuotomäärä verrattuna TTKE:n sallimaan vuotomäärään (suojarakennuksen jäähdytysjärjestelmän 725 ilmajäähdyttiin tiivistyneen veden poisvirtauksen määrä/TTKE-rajaa).

### Tiedot

Luvanhaltijat toimittavat vesikemian tunnusluvut STUKin vastuuhenkilölle. Korroosiota aiheuttavien aineiden ja korroosiotuotteiden pitoisuuksien likimääräiset arvot ovat luettavissa myös luvanhaltijoiden toimittamista neljännesvuosiraporteista. Primääripiirin vuotoja koskevat tiedot Olkiluodon laitoksen osalta luvanhaltija toimittaa STUKin vastuuhenkilölle.

### Tarkoitus

#### *Vesikemian tunnusluvut*

Vesikemian tunnusluvuilla seurataan ja valvotaan primääri- ja sekundääripiirin eheyttä. Seuranta tehdään vesikemian ylläpitoa kuvaavien indeksien avulla sekä valittujen korroosiota aiheuttavien epäpuhtauksien ja korroosiotuotteiden pitoisuuksien avulla. Vesikemian indeksit ovat yhdistelmä vesikemian parametreista ja siten antavat hyvän yleiskuvan vesikemiallisista olosuhteista. STUKin tunnusluvuilla seurataan lisäksi yksityiskohtaisemmin eräiden parametrien vaihtelua. Voimayhtiöt seuraavat laitosyksiköiden vesikemiaa kaikkien tässä esitettyjen sekä myös useiden muiden parametrien avulla.

Korroosion aiheuttajista seurannassa ovat merkittävät korroosion aiheuttajat kloridi ja sulfaatti. Loviisan laitosyksiköiltä seurataan höyrystimien ulospuhallusten kloridipitoisuuksien maksimiarvoja (suurin arvo kaikkien kuuden höyrystimen



ulospuhallusten kloridipitoisuuksista). Olkiluodon laitosyksiköiltä STUKin tunnuslukuseurannassa on reaktoriveden kloridipitoisuuden maksimi-arvo. Kloridipitoisuuksille on asetettu raja-arvot TTKE:ssa. Lisäksi TTKE-rajaa pienemmille kloridipitoisuuksille on voimayhtiön asettamat ohje- tai tavoitearvot ja toimenpidetasorajat.

Olkiluodon laitosyksiköllä on aikaisempina vuosin ollut ongelmana reaktoriveden tavoitearvoa korkeampi sulfaattipitoisuus. Sulfaatti on tietyissä olosuhteissa merkittävä jännityskorroosioon vaikuttava tekijä. Reaktoriveden sulfaatti on peräisin lauhteenpuhdistussuodattimien ioninvaihtomasasta vapautuneesta sulfaatista. Yhtenä sulfaatin suodatinmassoista vapautumiseen vaikuttavana tekijänä on lämpötila. Laitosyksiköillä on tehty muutokset, joilla lauhteenpuhdistussuodattimille menevän veden lämpötilaa pienennettiin vaihtamalla lauhdejärjestelmän esilämmittimen paikkaa. Muutos tehtiin OL 2:lla vuonna 2003 ja OL1:llä vuonna 2004. Sulfaattipitoisuuteen vaikuttaa lämpötilan ohella myös suodatinmassojen vaihtoväli. Tunnusluvulla on tarkoitus seurata puhdistusjärjestelmien käyttöön liittyvien voimayhtiön toimenpiteiden onnistumista sulfaattipitoisuuden pitämisessä tavoitearvoa (5 µg/l) pienempänä.

Korroosiotuotteista tunnuslukuseurannassa ovat rauta ja radioaktiivinen koboltti-60. Loviisan laitosyksiköiden sekundääripiirin syöttövesi ja

primääripiirin vesi sekä Olkiluodon laitosyksiköiden reaktoriin syötettävän vesi pyritään pitämään mahdollisimman puhtaana raudasta, jota veteen liukenee komponenteista. Tarkoituksena on välttyä ylimääräisten kerrostumien muodostumiselta polttoaineen tai höyrystinputkien pinnoille. Radioaktiivista Co-60-isotooppia syntyy ydinvoimalaitoksessa aktivointituotteena reaktoripiirin komponenteissa käytetyistä, kobolttia sisältävistä materiaaleista. Co-60-isotooppi on merkittävä tekijä ydinvoimalaitoksista aiheutuvan säteilyaltituksen kannalta. STUKin tunnuslukuseurannassa Co-60-isotoopin aktiivisuuspitoisuutta alasajoissa kylmään seisokkiin käytetään kuvaamaan kobolttipitoisten rakennemateriaalien pääsyä reaktoripiiriin ja käytönaikaisten vesikemiallisten olosuhteiden ylläpidon sekä myös alasajotoimenpiteiden onnistumista.

### *Primääripiirin vuodot*

Primääripiirin vuotoja kuvaavilla tunnusluvulla seurataan ja valvotaan primääripiirin eheyttä.

### **Vastuutoimisto ja -henkilöt**

Reaktori- ja turvallisuusjärjestelmät (REA),  
Kirsti Tossavainen (vesikemian tunnusluvut)  
Organisaatiot ja käyttötoiminta (OKA), Jarmo Konsi  
(primääripiirin vuodot)

## Vesikemialliset olosuhteet

### Tunnusluvun tulkinta (Loviisa)

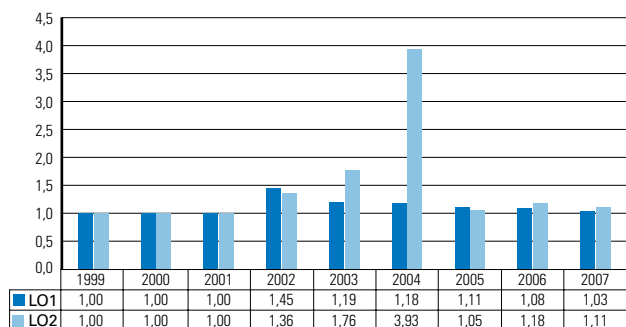
Loviisan kummallakaan laitostyksiköllä ei primääri- eikä sekundääripiirin eheyttä kuvaavissa tunnusluvuissa tapahtunut vuonna 2007 oleellisia muutoksia. Tunnuslukujen perusteella radioaktiivisten aineiden leviämistä rajoittavien esteiden rakenteellinen eheys on pysynyt hyvänä.

Sekundääripiirin vesikemian yksittäisissä tunnuslukuarvoissa oli lyhytaikaisia poikkeamia voi-

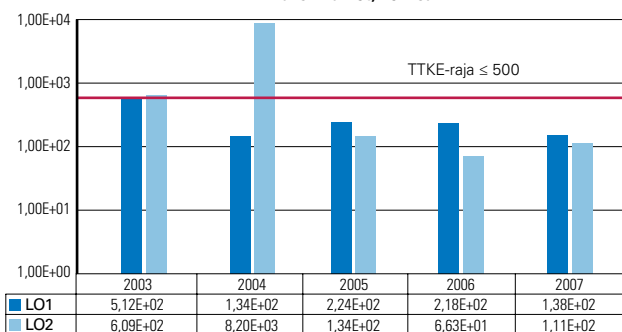
mayhtiön asettamista ohjearvoista. Sekä LO1:llä että LO2:lla oli ylitykset höyrystimien ulospuhalluksen kloridipitoisuudessa ja sekundääripiirin syöttöveden rautapitoisuudessa. Ohjearvoylitykset ovat STUKin tunnuslukuseurannassa koko vuoden maksimiarvoja. TTKE-arvojen ylityksiä ei vuonna 2007 ollut. Kemian indeksi oli LO1:llä lähes parhaassa mahdollisessa arvossa, joka on 1,00. LO2:lla indeksin arvoa suurensi vuosihuollon jälkeisen ylösajon aikaiset epäpuhtaudet sekundääripiirissä.

Primäärijäähdytteen rautapitoisuus pysyi voimayhtiön asettaman ohjearvon mukaisena lukuun ottamatta vuosihuoltoseisokista johtuvia yksittäisiä poikkeamia, jotka STUKin tunnuslukuseurannassa edustavat samalla koko vuoden maksimiarvoja. Tunnusluvun perusteella primäärijäähdytteen rautapitoisuudessa ei ole tapahtunut oleellisia muutoksia. Primäärijäähdytteen Co-60-aktiivisuuspitoisuus ei myöskään osoittanut muutuvaa kehityssuuntaa kobolttin liukenemisessa rakennemateriaaleista primäärijäähdytteeseen.

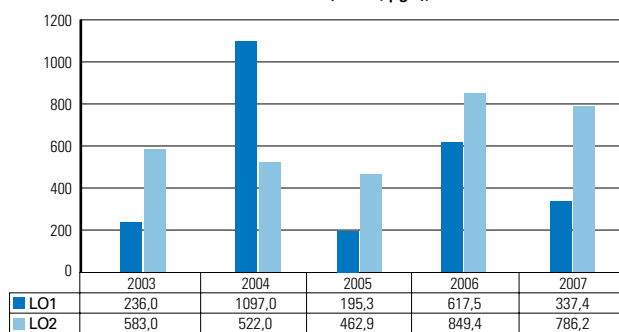
Sekundääripiirin tiiviys; kemian indeksi, Loviisa



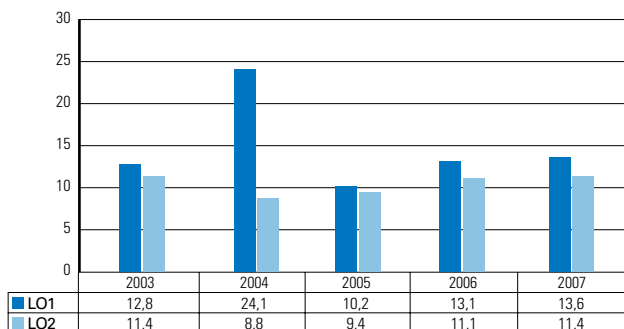
Primääripiirin tiiviys; korroosiota aiheuttavat aineet, höyrystymien ulospuhallusten kloridipitoisuuksien (µg/kg) maksimiarvot, Loviisa



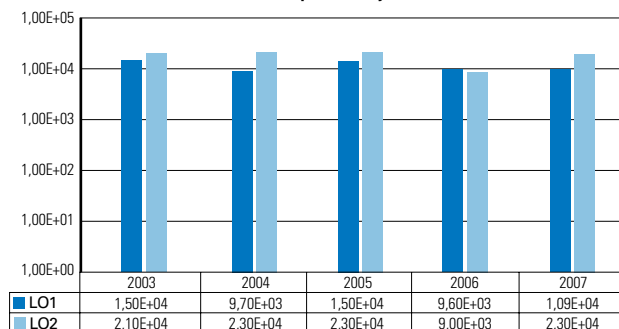
Primääripiirin tiiviys; korroosiotuotteet; primäärijäähdytteen kiintoaineen rautapitoisuuden maksimiarvot (Fe-tot, µg/l), Loviisa



Primääripiirin tiiviys; korroosiotuotteet, sekundääripiirin syöttöveden rautapitoisuuden (µg/l) maksimiarvot (RL30 / RL70), Loviisa



Primääripiirin tiiviys; korroosiotuotteet; reaktoriveden koboltti 60-pitoisuuden maksimiarvo (kBq/m³) laitostyksikön alasajon aikana tai reaktoripikasulun jälkeen, Loviisa



## Vesikemialliset olosuhteet

### Tunnusluvun tulkinta (Olkiluoto)

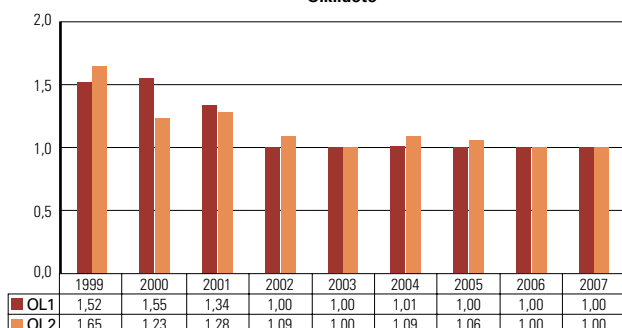
Olkiluodon kummallakaan laitossyksiköllä ei reaktoripiirin eheyttä kuvaavissa tunnusluvuissa tapahtunut vuonna 2007 oleellisia muutoksia. Tunnuslukujen perusteella radioaktiivisten aineiden leviämistä rajoittavien esteiden rakenteellinen eheys on pysynyt hyvänä.

Reaktoriveden ja reaktoripiirin syöttöveden vesikemia on ollut voimayhtiön asettamien tavoitearvojen mukaisia lukuun ottamatta reaktoriveden sulfaatti- ja syöttöveden rautapitoisuuksia. Sulfaattipitoisuus ylitti OL1:llä yhden viikonlopun

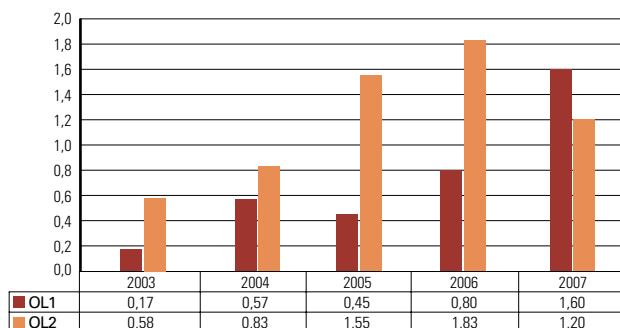
ajan tavoitearvon ( $< 5 \mu\text{g/l}$ ) elokuussa, mikä arvo edustaa STUKin tunnuslukuseurannassa koko vuoden maksimi-arvoa. Ylitys johtui puhdistussuodattimien ioninvaihtomassojen hajoamisesta pitkäkköjen ajoaikojen seurauksena ja elokuun tavanomaista korkeammasta lauhteen lämpötilasta. Rautapitoisuudessa oli kummallakin laitossyksiköllä yksittäisiä tavoitearvon ylityksiä, mutta toimenpiteitä edellyttävää raja-arvoa ei ylitetty. Kemian indeksi, johon sekä sulfaatti- ja että rautapitoisuudella on vaikutusta, oli kummallakin laitossyksiköllä parhaimmalla mahdollisella arvolla (1,00).

OL2:n reaktoriveden Co-60-aktiivisuuden mak-

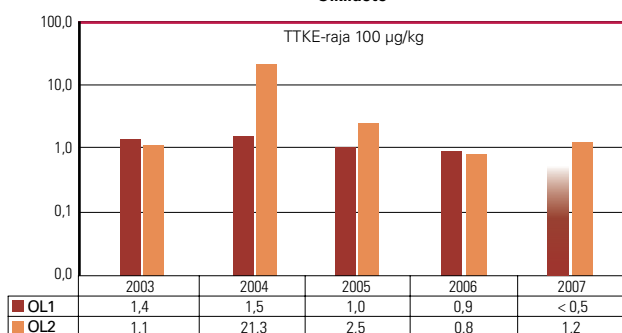
Primääripiirin tiiviys; kemian indeksi, Olkiluoto



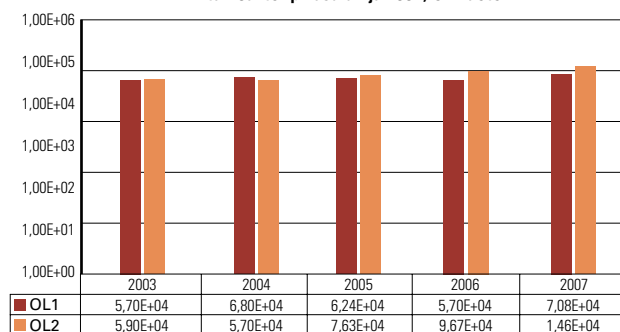
Primääripiirin tiiviys, korroosiotuotteet; reaktoripiirin syöttöveden rautapitoisuuden maksimi-arvot ( $\mu\text{g/l}$ ), Olkiluoto



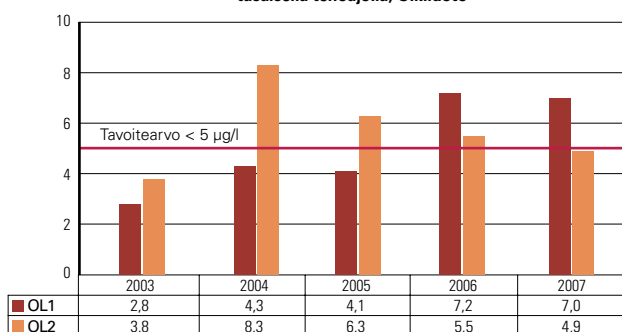
Primääripiirin tiiviys; korroosiota aiheuttavat aineet, reaktoriveden kloridipitoisuuksien ( $\mu\text{g/kg}$ ) käytönaikaiset maksimi-arvot, Olkiluoto



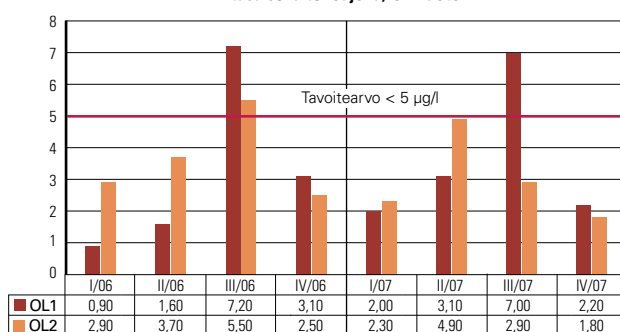
Primääripiirin tiiviys; korroosiotuotteet; reaktoriveden koboltti 60-pitoisuuden maksimi-arvo ( $\text{kBq/m}^3$ ) laitossyksikön alasajon aikana tai reaktoripikasulun jälkeen, Olkiluoto



Primääripiirin tiiviys, korroosiota aiheuttavat aineet; reaktoriveden sulfaattipitoisuuden maksimi-arvot ( $\mu\text{g/l}$ ) tasaisella tehoajolla, Olkiluoto



Primääripiirin tiiviys, korroosiota aiheuttavat aineet; reaktoriveden sulfaattipitoisuuden maksimi-arvot ( $\mu\text{g/l}$ ) tasaisella tehoajolla, Olkiluoto



simipitoisuuksissa alasajojen aikana on havaittavissa lievää kasvua. Pitoisuudet ovat kuitenkin vuosittain olleet samaa suuruusluokkaa. OL2:n reaktoriveden tehoajon aikaisessa keskimääräisessä Co-60-aktiivisuuspitoisuudessa on viime vuosina ollut nousua, mikä on ilmennyt myös pitoisuuden kasvuna alasajotilanteissa. Vuonna 2007 tehoajon aikainen aktiivisuuspitoisuus oli kuitenkin edellisvuotta pienempi. Näin ollen vuoden 2007 alasajon maksimiaktiivisuus johtuu todennäköisesti reaktoriveden kiintoainepitoisuuden vaihtelusta. Co-60-aktiivisuuspitoisuutta seurataan tunnusluvun avulla eikä tunnusluvun perusteella ole toistaiseksi aiheutta erityistoimenpiteisiin.

### Primääripiirin vuodot (Olkiluoto)

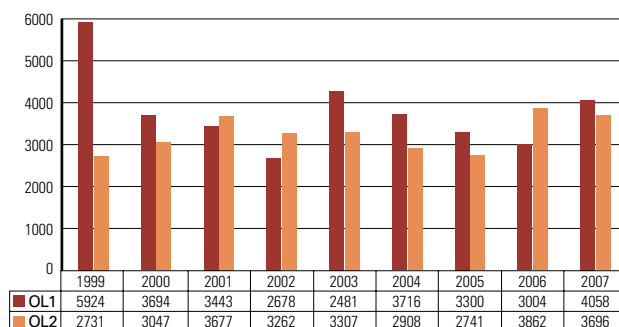
#### Tunnusluvun tulkinta

Käyttöjaksolla 2006–2007 suojarakennuksen tunnistetut vuodot olivat OL1:llä 4058 m<sup>3</sup> ja suunta oli nouseva. Mitään yksittäistä syytä ei ole tunnistettu kasvavaan trendiin. OL2:lla sen sijaan vuodot olivat 3696 m<sup>3</sup>, mikä on edellistä käyttöjaksoa hie- man alhaisempi arvo.

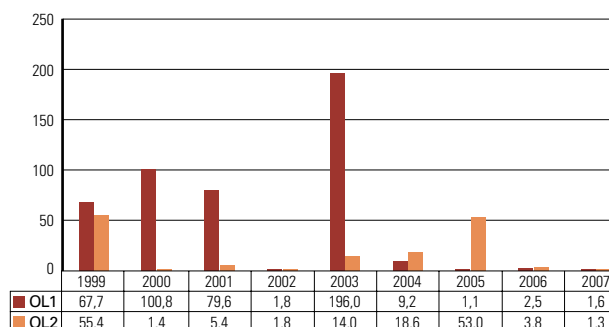
Käyttöjaksolla 2006–2007 primääripiirin tunnistamattomien vuotojen määrät olivat edelleen pieniä, 2,52 m<sup>3</sup> (OL1) ja 3,84 m<sup>3</sup> (OL2). Trendi oli lievästi laskeva.

Käyttöjaksolla 2006–2007 suojarakennuksen sisäisen suurimman vuotomäärän suhde TTKE:n sallimaan vuotomäärään oli pieni kummallakin laitosyksiköllä, OL1:llä 0,21 % ja OL2:lla 0,09 %. Tämä oli neljäs peräkkäinen käyttöjakso, jolloin primääripiirin vuotoja ei ole ollut juuri ollenkaan suojarakennuksen ilmatilaan.

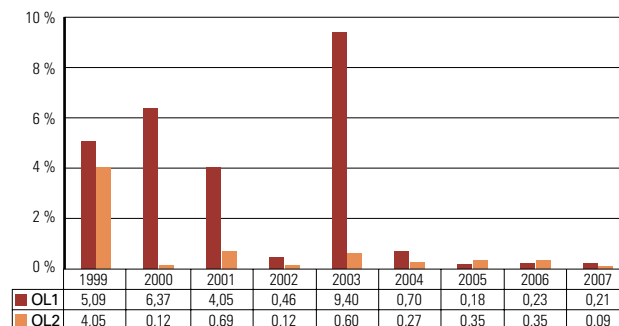
Primääripiirin tunnistetut vuodot (352T1, m<sup>3</sup>),  
Olkiluoto



Primääripiirin tunnistamattomat vuodot (345T33, m<sup>3</sup>),  
Olkiluoto



Suurin tunnistamaton vuoto suhteessa TTKE rajaan,  
Olkiluoto



### A.III.3 Suojarakennuksen tiiviys

#### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan: Ulompien eristysventtiilien tiiveyskoetulosten summaa ensimmäisten tiiveyskoekiden jälkeen verrattuna laitossyksikön suurimpaan sallittuun ulompien eristysventtiilien kokonaisvuotoon Niiden ko. vuonna koestettujen eristysventtiilien osuutta laitossyksiköllä, jotka läpäisivät tiiveyskokeen ensimmäisellä kerralla (eli tulos alle venttiilikohtaisen vuotorajan ja ei venttiilikohtaisen huomiorajan ylitystä peräkkäisinä vuosina ilman korjausta). Suojarakennuksen läpivientien ja aukkojen tiiveyskoetulosten summaa verrattuna suurimpaan sallittuun kokonaisvuotoon. Olkiluodossa summaan lasketaan henkilösulkujen, huoltokupolin ja PS-kupolin vuodot. Loviisassa summaan lasketaan kulkuaukkojen, materiaalisulun, tarkastuslaitteiden kaapeliläpivientien, suojarakennuksen huoltoilmastointijärjestelmän (TL23), tuorehöyryjärjestelmän (RA) ja syöttövesijärjestelmän (RL) läpivientien sekä jäätäyttyöputkien umpilaipoitettujen läpivientien tiivisteiden tiiveyskoestukset.

#### Tiedot

Tiedot saadaan voimayhtiöiden tiiveyskoestusraporteista, jotka luvanhaltija toimittaa Säteilyturvakeskukselle tiedoksi kolmen kuukauden kuluessa vuosihuoltojen päättymisestä. Summavuodot lasketaan STUKissa, koska raporteissa esitetään kokonaisvuodot vuosihuoltoseisokin päättyessä (eli korjausten ja uusintakoestusten jälkeen).

#### Tarkoitus

Tunnusluvulla seurataan suojarakennuksen eristysventtiilien, läpivientien ja kulkuaukkojen tiiveyttä.

#### Vastuutoimisto ja -henkilö

Reaktori- ja turvallisuusjärjestelmät (REA),

Päivi Salo

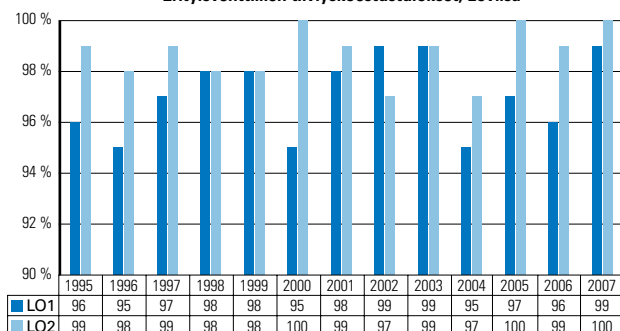
#### Tunnusluvun tulkinta

##### Loviisa

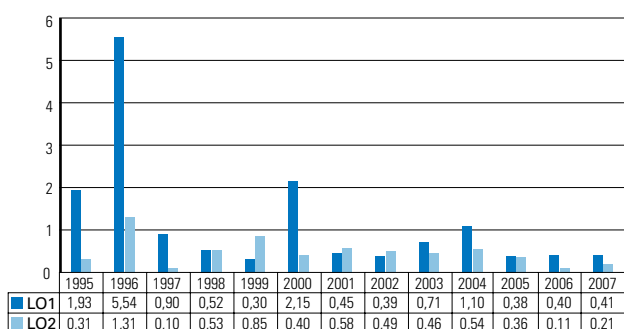
Loviisa 1:n ulompien eristysventtiilien summavuoto on pysynyt pienenä. Suurimmat vuodot olivat normaalin lisävesijärjestelmän venttiilin (n. 13 %) ja kahden polttoainealtaiden jäähdytysjärjestelmän venttiilin (n. 22,2 %) kautta. Eniten töitä aiheutti erikoisviemäröintijärjestelmän yhden venttiilin kunnostus. Korjausten ja tiiveyskoekiden jälkeen venttiiliin tehtiin pieni muutos, jonka jälkeen tiiveys oli hyvä. Loviisa 2 ulompien eristysventtiilien summavuoto on kasvanut, mutta se on edelleen pienempi kuin Loviisa 1:llä. Suurimmat vuodot olivat polttoainealtaiden jäähdytysjärjestelmän venttiilin (n. 18 %), jäälauhduttimen jäähdytysjärjestelmän venttiilin (11,8 %) ja näytteenottojärjestelmän venttiilin (n. 11,5 %) kautta.

Niiden eristysventtiilien osuus, jotka läpäisivät tiiveyskokeen ensimmäisellä kerralla, on pysynyt edelleen suurena.

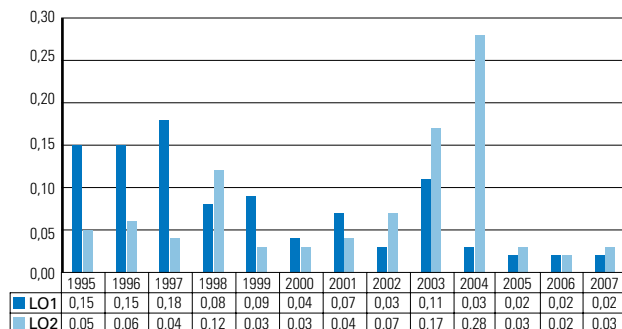
Erityisventtiilien tiiveyskoestutulokset, Loviisa



Ulompien eristysventtiilien kokonaisvuoto vuotobudjettiin verrattuna, Loviisa



Suojarakennuksen aukkojen kokonaisvuoto vuotobudjettiin verrattuna, Loviisa



Aukkojen summavuoto, johon Loviisassa lasketaan henkilökulkuaukon, varakulkuaukon, materiaalisulun, reaktorikuopan, alipaineventtiilien, kaapeliläpivientien ja läpivientipalkeiden (RA, RL, TL23) tiiveyskoestustulokset, on molemmilla laitosyksiköillä pieni.

### Olkiluoto

OL:n ulompien eristysventtiilien summavuoto oli edellisten vuosien tapaan alle TTKE:ssa asetetun summavuodon rajan. Suurimmat vuodot olivat päähöyryventtiilin (n. 26,8 %) ja apusyöttövesijärjestelmän venttiilin (n. 11 %) kautta. Tiiveyskokeissa suurimmat vuodot oli kahden pikasulkujärjestelmän sisemmän venttiilin kautta.

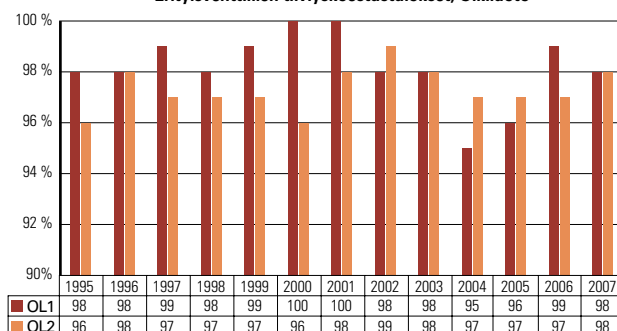
OL2:n ulompien eristysventtiilien ensimmäisten tiiveyskoestulosten summa oli yli TTKE:ssa asetetun rajan, mutta oli pienempi kuin edellisellä vuotena. Suurin vuoto oli reaktoripaineastian kannen ruiskutusjärjestelmän venttiilin kautta (n. 45,7 %). Tiiveyskokeissa suurin vuoto oli sammutetun reaktorin jäähdytysjärjestelmän yhden

sisemmän venttiilin vuoto. Korjausten jälkeisten tiiveyskokeiden jälkeen summavuoto täytti TTKE-vaatimuksen.

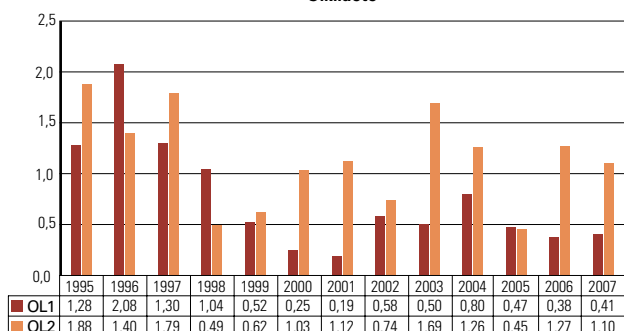
Niiden eristysventtiilien osuus, jotka läpäisivät tiiveyskokeen ensimmäisellä kerralla on hieman pienentynyt OL1:llä ja pysynyt tasaisena OL2:lla.

Aukkojen summavuoto, johon TVO:lla lasketaan ylemmän ja alemman henkilösulun, huoltokupolin ja PS-kupolin vuodot, on pysynyt molemmilla laitosyksiköillä pienenä.

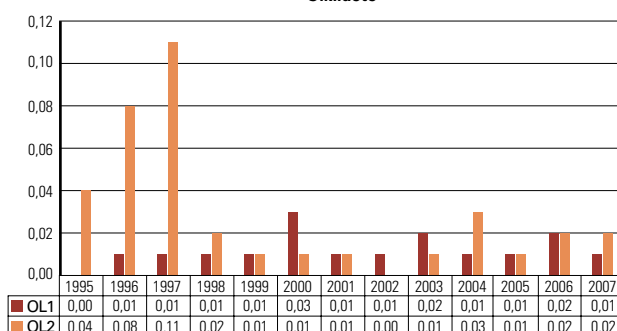
Erityisventtiilien tiiveyskoestustulokset, Olkiluoto



Ulompien eristysventtiilien kokonaisvuoto vuotobudjettiin verrattuna, Olkiluoto



Suojarakennuksen aukkojen kokonaisvuoto vuotobudjettiin verrattuna, Olkiluoto





## LIITE 2 Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla työskennelleiden henkilöiden säteilyannosjakaumat vuonna 2007

Säteilyasetuksen mukaan säteilytyöstä työntekijälle vuoden aikana aiheutuva efektiivinen annos ei saa olla suurempi kuin 50 mSv ja työntekijän viiden vuoden säteilyannosten keskiarvon on oltava alle 20 mSv.

Suurin Suomen ydinvoimalaitoksilla saatu henkilökohtainen säteilyannos oli 11,2 mSv. Tämä annos kertyi työskentelystä sekä Loviisan että Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla. Suurin suomalaisen ydinvoimalaitostyöntekijän henkilökohtainen säteilyannos viisivuotisjaksolla 2002–2006 oli 64,7 mSv. Annos kertyi Loviisan, Olkiluodon ja Ruotsin ydinvoimalaitoksilta.

annosväli (mSv)	henkilöiden lukumäärä annosvälillä		
	Loviisa	Olkiluoto	yhdistelmä*
alle 0,1	689	980	1619
0,1–0,49	178	499	664
0,5–0,99	106	257	342
1,00–1,99	106	205	294
2,00–2,99	39	97	135
3,00–3,99	37	54	88
4,00–4,99	19	15	47
5,00–5,99	11	6	26
6,00–6,99	5	6	15
7,00–7,99	2	3	8
8,00–8,99	2	1	5
9,00–9,99	2	2	6
10,00–10,99	–	–	5
11,00–11,99	–	–	4
12,00–12,99	–	–	–
13,00–13,99	–	–	–
14,00–14,99	–	–	–
15,00–15,99	–	–	–
16,00–16,99	–	–	–
17,00–17,99	–	–	–
18,00–18,99	–	–	–
19,00–19,99	–	–	–
20,00–20,99	–	–	–
21,00–24,99	–	–	–
25,00–	–	–	–

\* Tähän sarakkeeseen sisältyvät myös ne suomalaiset työntekijät, jotka ovat saaneet säteilyannoksia Ruotsin ydinvoimalaitoksilla. Sama henkilö on voinut työskennellä molemmilla Suomen ydinvoimalaitoksilla sekä Ruotsissa.

Lähde: STUKin annosrekisteri

## LIITE 3 Poikkeukselliset käyttötapaukset

*Tapani Eurasto, Tomi Koskinen, Riku Mattila, Lauri Pöllänen, Rainer Rantala, Suvi Ristonmaa, Heikki Saarikoski, Heimo Takala, Kim Wahlström*

### Loviisan voimalaitos

#### Dieselgeneraattorien tasasähkökeskusten välisen yhteyden virheellinen tila Loviisa 2:lla

Loviisa 2 -laitosyksiköllä havaittiin 26.3.2007, että kahden varavoimadieselgeneraattorin tasasähkökeskuksen välinen kaapeliyhteys oli virheellisesti käytössä. Lisäksi toisen keskuksen ja sitä varmentavan akuston välinen sähkökytkin oli virheellisesti auki-asennossa. Virheellinen kytkentätilanne korjattiin 27.3.2007. Kyseinen tilanne oli ollut voimassa edellisestä vuosihuollosta syyskuusta 2006 lähtien. Tapahtuma ei aiheuttanut sähkönmenetystä turvallisuuden kannalta tärkeille sähkölaitteille, mutta havaittu kytkentätilanne oli laitosyksikön turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastainen.

Varavoimadieselgeneraattorit – joita on yhteensä 4 kpl – ja niiden tasasähkökeskukset on normaalityössä erotettu toisistaan ja kukin keskus on kytketty omaan akustoon ja tasasuuntaajaan. Häiriötilanteissa keskuskeskukset voidaan tarvittaessa yhdistää tasasähkön saannin turvaamiseksi. Keskukset ovat tärkeitä mm. dieselgeneraattorien automaatiojärjestelmille. Keskuksen jännitteen menetys estää dieselgeneraattorin käytön.

Dieselgeneraattorien tasasähkökeskusten välistä sähkönsyöttöyhteyttä oli käytetty LO2-vuosihuollon 2006 aikana eri huolto-, koestus- ja muutostöiden yhteydessä. Töiden valmistumisen jälkeen kytkentöjen palautuksen yhteydessä valinnut epäselvyys koskien eri työryhmien välistä työnjakoa johti siihen, että virheellistä kytkentätilannetta ei havaittu vaan se jäi voimaan.

Virheellinen kytkentätilanne ei olisi tarvetilanteissa estänyt dieselgeneraattorien käynnistymistä ja kytkentäyhteyksiä.

Tapahtuman perussyynä voidaan pitää puutteita ja epäselvyyksiä vuosihuoltotöihin osallistuneiden työryhmien työnjaossa koskien kytkentätilanteen palauttamista normaaliksi. Lisäksi vir-

heellisten kytkentöjen havaitsemista vaikeuttivat sähkökatkaisijoiden epäselvät rakenteet ja asento-osoitusten puuttuminen.

Korjaavina toimenpiteinä vastaavan tapahtuman estämiseksi voimayhtiö on päättänyt tämentää töiden suunnittelua ja kunnossapitoohjeistusta. Lisäksi tärkeiden sähkökatkaisijoiden merkintää ja asentovalvontaa parannetaan.

#### Varoventtiilien jousikupujen vauriot Loviisan voimalaitoksella

Loviisan voimalaitoksella havaittiin eräiden varoventtiilien jousikuvissa vaurioita, joiden vuoksi venttiilien jousikupuja on päätetty vaihtaa. Kuvun murtuminen aiheuttaa varoventtiilin aukeamisen ja vuodon järjestelmässä, jossa se on käytössä.

Kun kyseisen tyyppistä varoventtiiliä testattiin koepenkissä, venttiilin jousikupu murtui laipan ja vaipan liittymäkohdasta. Toisesta samanlaisesta varoventtiilin jousikuvasta löytyi särö. Jousikuvun sisällä on jousi, joka pitää varoventtiilin lautasen kiinni. Varoventtiilien toimintaa ja aukeamispaikkaa testataan säännöllisesti.

Saman valmistajan samantyyppisiä varoventtiileitä, joiden jousikupu on valurautaa, on kolme Loviisa 1:n ja neljä Loviisa 2:n turvallisuusluokituksissa järjestelmissä, joiden käyttöpainetta on alle 10 bar. Kaikki Loviisa 2:n kyseiset varoventtiilit tarkastettiin ja Loviisa 1:ltä ne venttiilit, jotka voitiin tarkastaa reaktorin käytön aikana. Kahdesta tarkastamatta jääneestä valurautaisesta jousikuvasta oli seisokin aikana otettuja valokuvia, joista voitiin nähdä jousikupujen rakenteen muotoilun olevan vahvempi kuin vaurioituneissa jousikuvissa. STUK edellytti näiden jousikupujen tarkastamista seuraavassa seisokissa. Tarkastettujen varoventtiilien lukumäärä on suurempi, mutta osassa jousikupu on sitkeämpää materiaalia. Tarkastetuista venttiileistä ei löytynyt muita viallisia. Voimayhtiö on tehnyt päätöksen kaikkien kyseisen valmistajan toimittamien venttiilien valurautaisten jousikupujen vaihtamisesta sitkeämpään materiaaliin.

### Sähkökatkos Loviisa 1:llä vuosihuoltoseisokin aikana

Loviisa 1:n sähkönsyöttöjärjestelmässä tapahtui vuosihuollon aikana 22.8.2007 häiriö, joka aiheutti sähkökatkoksen kahdelle dieselvarmennetulle sähkökeskukselle. Häiriön vuoksi yksikön jälkitechon poisto ja polttoainealtaiden jäähdytys joutui turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) vastaiseen tilaan. Loviisa 1:n polttoaineen jäähdytys toimi kuitenkin tapahtuman aikana normaalisti toiminnallisen minimivaatimuksen mukaisesti ja jälkilämmön poistoon oli käytettävissä normaaleista järjestelmistä riippumaton varajärjestelmä.

Loviisa 1 oli 22.8.2007 vuosihuollossa. Sähkönsyöttö yksikölle tapahtui suunnitellusti 110 kV:n ulkoisesta voimansiirtoverkosta ja kaikki sähkökeskukset olivat jännitteellisiä. Neljästä varavoi-madieselgeneraattorista kolme oli toimintavalmiudessa ja yksi huollossa.

Sähköhäiriö sai alkunsa, kun 6 kV:n omakäyttö-sähkökeskuksen ylivirtarele toimi ja avasi sähköä syöttävän katkaisijan, minkä seurauksena yksi 6 kV:n ja yksi 400 V:n dieselvarmennettu sähkökeskus ja kaikki niiden syöttämät sähkölaitteet – mm. useat tärkeät pumppumootorit – jäivät ilman sähköä. Syntyneen jännitekatkon takia laitossuojajärjestelmä käynnisti varmentavan varavoi-madieselin, mutta ylivirtarele esti suunnitellusti sen käytön.

Häiriön havaitsemisen jälkeen voimayhtiö selvitti laitosturvallisuuteen vaikuttavat tekijät sekä käynnisti vian selvityksen ja vaadittavat korjaus-toimenpiteet. Jännite palautettiin 6 kV sähkökeskukseen noin 5,5 tunnin sähkökatkoksen jälkeen. Kun jännitettä palautettiin 400 V keskukseseen, sen syöttökatkaisijassa ilmeni vika, jonka korjauksen vuoksi sähkökatkos kesti siellä noin 7,5 tuntia.

Tapahtuman turvallisuusmerkitys oli vähäinen, koska laitosesikön ohjauksessa, valvonnassa ja jälkilämmönpoistossa tarvittavat järjestelmät toimivat normaalisti. Lisäksi useat varajärjestelmät olisivat olleet otettavissa käyttöön tarvittaessa. Yksikön sähköjärjestelmien suojaus toimi suunnitellusti.

Voimayhtiö vaihtoi virheellisesti toimineen ylivirtareleen ja 400 V sähkökeskuksen syöttökatkaisijan. Jatkotoimenpiteinä voimayhtiö selvittää mm. dieselgeneraattorin apujärjestelmien sähkönsyötön ja valvonnan sekä suojauksen asianmukaisuuden ja mahdollisen parannustarpeen. Tapahtuman INES-luokitus on 0.

### Loviisa 2:n 400 kV:n muuntajakatkaisijan avautuminen muutostöiden yhteydessä

Loviisa 2:n 400 kV:n muuntajakatkaisija avautui 20.11.2007 muutostöiden yhteydessä tapahtuneen inhimillisen virheen johdosta. Seurauksena oli laitosesikön reaktorin tehon laskeminen ensin säädön ohjaamana 83 prosenttiin ja edelleen valvomon käsin ohjaamana 60 prosenttiin. Yksikön kahdesta turbiinista toinen irtosi 400 kV:n voimansiirtoverkosta ja siirtyi ns. omakäyttöajolle eli se tuotti sähkötehoa ainoastaan yksikön omaan käyttöön. Tapahtumalla ei ollut turvallisuusmerkitystä.

Loviisa 2:lla on kaksi turbiinia, joiden tuottamat sähkötehot syötetään Suomen voimansiirtoverkkoon Loviisan voimalaitoksen 400 kV:n ulkokytkinlaitoksella sijaitsevien kahden muuntajakatkaisijan kautta.

Loviisa 2 oli normaalilla tehoajolla 20.11.2007, kun laitosesikön toinen muuntajakatkaisija avautui. Tapahtuman seurauksena toinen turbiini irtosi Suomen voimansiirtoverkosta ja siirtyi suunnitellusti omakäyttöajolle. Katkaisijan virhelaukaisun oli aiheuttanut inhimillinen virhe, joka oli tapahtunut Fingridin 400 kV:n ulkokytkinlaitoksen valvomorakennuksessa kytkentämuutostöiden yhteydessä. Häiriön syyn selvittyä voimayhtiö aloitti reaktorin tehonnoston ja turbiini tahdistettiin takaisin voimansiirtoverkkoon vajaan tunnin katkoksen jälkeen. Tapahtumalla ei ollut turvallisuusmerkitystä. Laitosesikön järjestelmät toimivat tapahtuman yhteydessä suunnitellulla tavalla.

Perussy tapahtumaan oli inhimillinen virhe Fingridin 400 kV:n ulkokytkinlaitoksen valvomorakennuksessa käynnissä olleiden kytkentämuutostöiden yhteydessä. Relekaapissa työskennellyt kokenut asentaja oli todennäköisesti vahingossa osunut kädellä apureleeseen ja aiheuttanut muuntajakatkaisijan avautumisen.

Valtakunnallinen kantaverkkoyhtiö Fingrid toteuttaa mm. seuraavia parannustoimenpiteitä vastaavien tapahtumien estämiseksi:

- Töitä ei enää tehdä ydinvoimalaitoksen käytössä olevissa relekaapeissa, vaan ne tehdään keskeytysten aikana tai korvauskytkentöjen avulla.
- Fingrid valvoo tehostetusti, että relekaapeissa tehtävät työt tehdään täysin valmiiksi ennen kaappien käyttöönottoa.
- Fingrid tarkastaa hankkeidensa toteutusprosessit ja pyrkii siten minimoimaan häiriöiden mahdollisuudet.

## Olkiluodon laitos

### Ohitus päästönäytteen keräyksessä Olkiluoto 1:llä

TVO havaitsi 31.1.2007, että Olkiluoto 1:n kaa-sumaisten radioaktiivisten päästöjen mittaukseen tarkoitettujen kahden rinnakkaisen näytteenkeräyslinjan aerosoli- ja jodimittaustulokset eroavat toisistaan noin 30 %. Olkiluoto 2:lla oleellista eroa linjojen välillä ei ole ollut. Eron todettiin johtuvan siitä, että toisessa linjassa (ykköslinja) näyteilma-virtaus ohitti osittain suodattimen, johon kerätään näyte voimalaitosyksikön poistoilmapiipun kautta ympäristön ilmaan pääsevästä hiukkasista (aerosoleista) ja jodista. TVO tarkasti tilanteen STUKin pyynnöstä, koska Ruotsissa oli kiinnitetty huomiota samantyyppiseen ohivirtaukseen Forsmark 1-ydinvoimalaitosyksiköllä.

Näytteenkeräyssuodattimien rakenne on mahdollistanut sen, että suodatinasetelma ei ole kiristynyt riittävästi suodatinpesään, jolloin tiivistepintaan on jäänyt rakoa. Ykköslinjan suodattimessa oli havaittu tiukkuutta työnnettäessä suodatinasetelmaa suodatinpesään. Korjaustyön yhteydessä sylinterimäisessä suodatinpesässä todettiin soikeutta, joka oli ilmeisesti aiheutunut suodatinpesän ja siihen liittyvän ulostuloputken yhteen hitsauksesta. Suodatinpesän soikeus poistettiin hiomalla ja suodatinasetelmaan asennettiin tiivisterengas (o-renkas), joka estää ohivirtauksen. Sama muutos on tarkoitus tehdä muille samanlaisille suodattimille.

Selvää eroa näytteenkeräyslinjojen tulosten välillä on ollut vuosina 2005 ja 2006, enimmillään noin 30 %, edeltävinä vuosina alle 10 %. Päästöjen raportointiin on käytetty ykköslinjan tuloksia, joten aerosoli- ja jodi päästöt on raportoitu todellista vähän pienempinä. Alentunut näytteenkeräysteho ei ole tullut ilmi Olkiluodon voimalaitoksen laboratorion normaalissa toiminnassa. Suodattimia vaihdettaessa on tarkistettu suodattimen värin perusteella, onko suodatin kerännyt normaalisti poistoilman epäpuhtauksia, mutta ykkös- ja kakoslinjan tuloksia ei ole verrattu.

Tapahtumalla ei ollut merkitystä väestön säteilyturvallisuuden kannalta, koska Olkiluodon voimalaitoksen aerosoli- ja jodipäästöt ovat pienet ja mitausvirhe oli vähäinen. Tapahtuma paljasti puutteen voimalaitoksen toimintarutiineissa: Kahden näytteenkeräyslinjan tuloksia ei ole vertailtu.

TVO on toimittanut tapahtumasta STUKille tapahtumaraportin sekä korjatut päästömittaustulokset.

### Ohjelmointivirheen seurauksena tapahtunut dryout-rajojen alitus Olkiluoto 1:llä

Teollisuuden Voima Oy:n omissa tarkastuksissa tuli 27.2.2007 ilmi, että Olkiluoto 1:n reaktorisydämen valvontajärjestelmän ns. dryout-korrelaatio oli yhden polttoaineniipputyypin osalta ohjelmoitu käyttämään virheellisiä lähtötietoja. Kun polttoaineen jäähdytyksen riittävyttä kuvaava dryout-korrelaatio ohjelmoitiin reaktorisydämen valvontajärjestelmään keväällä 2003, polttoaineniipun sisältämän veden poikkipinta-alalle oli käytetty nipun alapään arvoa, joka kyseessä olevalla polttoaineniipulla on n. 5 % suurempi kuin nipun keskitasolla oleva virtauspoikkipinta-ala. Tämän seurauksena nipussa oli todellisuudessa laskettua vähemmän kiehumatonta vettä, ja marginaali jäähdytystä heikentävien käyttöhäiriöiden varalta oli reaktorisydämen valvontajärjestelmän ilmoittamaa pienempi.

Virheen korjauksen jälkeen laskettiin edellisten käyttöjaksojen sydänsimuloinnit uudestaan. Tällöin havaittiin, että aikavälillä 26.9.2006–10.11.2006 dryout-kerroin oli alittanut pienimmän turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa (TTKE) sallitun rajan 1,30. Korjatulla korrelaatiolla laskettu dryout-kertoimen arvo oli pienimmillään n. 1,28. Arvo ei kuitenkaan alittanut TTKE-ajan perusteena olevien transienttialyysien edellyttämää minimiarvoa 1,263. TTKE-ajaan sisällytetty ylimääräinen pyöritys riitti kattamaan virheen niin, että polttoaineen eheys ei ajan alituksesta huolimatta olisi vaarantunut, vaikka samanaikaisesti olisi tapahtunut jäähdytyksen riittävyyden kannalta rajoittava paineensäätäjän häiriö.

Voimayhtiö laati tapahtumasta erikoisraportin, jossa selvitettiin ohjelmointivirheeseen johtaneet syyt. Korjaavina toimenpiteinä voimayhtiö esitti mm. korrelaation oikeaa käyttötapaa koskevan tiedonkulun parantamista korrelaation toimittavan polttoainetoimittajan ja sen ohjelmoinnista vastaavan voimayhtiön välillä.

### Tulipalon alku Olkiluoto 2:n turbiinisalissa

Olkiluoto 2:n vuosihuollon loppupuolella 2.6.2007 tapahtui öljyvahinko, jossa noin 600 litraa laakeriöljyjärjestelmän öljyä levisi turbiinisaliin ja edel-

leen alaspäin turbiinirakennuksessa. Voimayhtiö käynnisti välittömästi siivoustyöt, joiden tavoitteena oli estää öljyn pääsy lauhdeveteen ja varmistaa paloturvallisuus. Öljyä jäi puhdistuksesta huolimatta korkeapaineturbiinin eristeisiin. Laitosyksikön käynnistämisen yhteydessä laitteet lämpenivät, jolloin kumentunut öljy alkoi valua ja lopulta syttyi.

Valvomo sai palohälytyksen turbiinilaitokselta aamulla 7.6.2007. Reaktorin teho oli tällöin 90 %. Tulipalon alku paikallistettiin nopeasti ja sammutettiin käsisammuttimella. Voimayhtiö ajoi laitosyksikön uudestaan alas. Palopaikalla ollut öljy poistettiin ja tulipalon alun aiheuttamat vauriot korjattiin.

Laitosyksikkö tahdistettiin uudestaan valtakunnan verkkoon 8.6.2007 aamuyöllä. Tapahtuma ei vaarantanut ydinvoimalaitoksen turvallisuutta eikä ympäristön säteilyturvallisuutta.

### **Reaktorin pikasulku Olkiluoto 2:lla 400 kV:n kytkinkentällä tehtyjen toimenpiteiden seurauksena**

Olkiluoto 2:lla tapahtui 15.5.2007 reaktorin pikasulku, joka aiheutui laitosalueen ulkopuolella sijaitsevan Olkiluodon 400 kV kytkinkentän kiskokatkaisijan suojareleen virheellisestä toiminnasta. Yksikön sisäiset turvallisuusjärjestelmät toimivat tapahtuman yhteydessä suunnitellusti. Tapahtuman yhteydessä esiintyneet käyttöjärjestelmien viat ja suunnittelupuutteet johtivat kuitenkin laajaan käyttöhäiriöön.

Olkiluoto 2 syöttää normaalisti sähkötehoa ulkoiseen voimansiirtoverkkoon laitosalueen ulkopuolella sijaitsevan 400 kV kytkinkentän kautta. Mikäli tämä yhteys menetetään, reaktori siirtyy alhaiselle tehotasolle, ns. omakäytölle, jolla huolehditaan sähkötehon syötöstä yksikön omille järjestelmille. Mikäli omakäytölle siirtyminen epäonnistuu, sähkötehoa syötetään ulkopuolisesta 110 kV verkosta. Turvallisuuden kannalta tärkeiden toimintojen sähkönsyöttö on lisäksi varmentettu omilla dieselgeneraattoreilla ja akustoilla.

Olkiluoto 2:n tehoajon aikana 15.5.2007 tehtiin 400 kV:n kytkinkentällä muutostöitä (rele- ja ohjausjärjestelmien uusiminen). Kytkentöjä oltiin palauttamassa normaaliin tilaan muutostöiden jälkeen, kun laitosyksiköllä tapahtui reaktorin pikasulku. Kytkinkentän kiskokatkaisijan suojarele toimi virheellisesti, minkä seurauksena Olkiluoto 2

irtosi 400 kV:n ulkoisesta verkosta. Siirtyminen omakäyttöajolle ei onnistunut päägeneraattorin suojausjärjestelmän virheellisten asettelujen takia. Yksikkö kytkeytyi n. 1,5 sekunnin sähkökatkoksen jälkeen vaihtoautomaatiikan ohjaamana ulkoiseen 110 kV verkkoon. Sähkökatkoksen aiheuttamien häiriöiden seurauksena tapahtui sekä turbiinin että reaktorin pikasulku. Yksikön kaikki varavoi-madieselit käynnistyivät suunnitellusti ja jäivät tyhjäkäynnille.

Yksikön varsinaiset turvallisuusjärjestelmät toimivat tapahtuman yhteydessä suunnitellulla tavalla. Yksikön suunnitteluperusteiden mukaan 400 kV:n verkkohäiriön ei tulisi johtaa reaktorin pikasulkuun eikä turvajärjestelmien käynnistymiseen. Käyttöjärjestelmien viat ja suunnittelupuutteet johtivat kuitenkin käyttöhäiriöön.

Syynä tapahtumaan voidaan pitää 400 kV:n kytkinkentällä sijaitsevan katkaisijan suojareleen virheellistä toimintaa. Releen toiminta-arvot oli asetettu väärin. Lisäksi paljastui, että releen jännitemittauspiirin riviliittimet oli virheellisesti jätetty auki.

400 kV:n kytkinkentän suojareleen virheellinen asettelu ja auki olleet liittimet korjattiin. Lisäksi voimayhtiö on käynnistänyt kantaverkkoyhtiö Fingridin kanssa yksityiskohtaisen selvitystyön vastaavien häiriöiden estämiseksi. Tapahtuma on aiheuttanut myös muutamia suojaus- ja säätöjärjestelmämuutoksia Olkiluoto 2:lla.

Ydinlaitostapahtumien kansainvälisellä INES-vakavuusasteikolla tapahtuma on luokiteltu luokkaan 0.

### **Olkiluoto 2:n reaktorinveden pinnankorkeuden mittauksen häiriöistä johtunut reaktoripikasulku**

Olkiluoto 2:ta ajettiin vuosihuoltoa varten sammu-tustilaan yöllä 20.–21.5.2007, kun laitosyksiköllä tapahtui reaktorin pikasulku. Pikasulun aiheuttivat reaktoriveden pinnankorkeuden mittaussignaalien häiriöt, joita Olkiluoto 2:lla on havaittu myös aikaisemmin. Selvää syytä häiriöille ei ole vielä löydetty, vaikka voimayhtiö on tutkinut ilmiötä aiemmissa vuosihuolloissa. Voimayhtiö toimittaa yhteenvedon vuosihuollon 2007 aikana tehdyistä selvityksistä STUK:lle ja jatkaa ilmiön tutkimista.

Häiriön turvallisuusmerkitys on vähäinen. Ilmiölle tyypilliset, hyvin nopeat pinnanmittaus-



signaalin häiriöpiikit eivät ole vaarantaneet reaktorisydämen hätäjähdytystä.

### **Ulospuhallusjärjestelmän venttiilien koestus väärässä käyttötilassa**

Olkiluodon voimalaitoksella todettiin, että ulospuhallusjärjestelmän venttiilien koestus on useana vuotena tehty väärässä käyttötilassa.

Ulospuhallusjärjestelmän tehtävänä on säätää ja alentaa painetta reaktoripaineastiassa. Järjestelmässä on useita venttiileitä, joiden toimintakunnosta varmistutaan koestamalla ne säännöllisesti. Kahta järjestelmän venttiileistä käytetään lähinnä paineen säätöön. Sarjassa näiden säätöventtiilien kanssa ovat niin kutsutut pika-avausventtiilit, jotka avautuvat nopeasti suojausjärjestelmästä tulevasta signaalista.

Turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) mukaan toinen pika-avausventtiileistä tulisi koestaa ennenkuin laitosyksikkö siirtyy tehoajolle ja toinen tehoajon aikana. Voimayhtiö on koestanut molemmat venttiilit vuosihuollon jälkeen ennen tehoajolle siirtymistä.

Tapahtuman turvallisuusmerkitys on vähäinen. Molempien venttiilien toimintakunto on todettu säännöllisin koestuksin. Voimayhtiö ei kuitenkaan havainnut, että toiminta on ollut TTKE:n vastaista vuodesta 2001 alkaen. Voimayhtiö laati tapahtumasta erikoisraportin. Tapahtuman INES-luokka on 0.

### **Reaktorin pikasulku Olkiluoto 2:lla**

Olkiluoto 2:lla tapahtui reaktorin pikasulku 4.9.2007 käyttöhäiriön johdosta. Laitos oli pysäytettynä häiriön syiden selvittämisen ja korjaamisen vuoksi vuorokauden.

Tapahtuman alkusyynä oli generaattorin vesijähdytysjärjestelmän värinä. Laitoksen ohjaajat päättivät pysäyttää järjestelmän pumpun ja käynnistää varalla olevan pumpun. Varalla olevan pumpun linjassa oleva venttiili oli kuitenkin virheellisesti kiinni ja hetken kuluttua käynnissä olevan pumpun pysäyttämisestä tapahtui turbiinin pikasulku ja osittainen reaktorin pikasulku. Reaktorin teho laski noin 30 %:iin. Reaktorissa syntyvä höyry ohjattiin turbiinien sijaan suoraan lauhduttimeen (nk. dumpsaus). Tapahtuman seurauksena laitos irtosi valtakunnan sähköverkosta.

Noin tuntia myöhemmin dumpsauslinjan pikasulkuventtiilit sulkeutuivat virheellisesti ja höyryn kulku reaktorista lauhduttimeen estyi. Paine reaktoripaineastiassa kasvoi ja suojausjärjestelmä laukaisi reaktoripikasulun. Reaktorissa syntyvä höyry ohjattiin reaktorin ylipainesuojauksesta huolehtivan ulospuhallusjärjestelmän kautta reaktorin suojarakennuksessa olevaan lauhdutusaltaaseen.

Reaktorin tehoa säätää 121 säätösauvaa, jotka on jaettu 14 pikasulkuryhmään. Säätösauvoja ohjataan normaalisti sähkömoottoreilla ja pikasulkuissa hydraulisesti. Jokaisessa pikasulkuryhmässä on tyypitankki ja vesitankki, joiden välissä on nk. pikasulkuventtiili. Kun pikasulkusignaali laukeaa, venttiili aukeaa ja typpi virtaa tyypitankista vesitankkiin ja työntää veden pikasulkuputkien kautta säätösauvojen toimilaitteille ja vesi työntää edelleen säätösauvat ylös reaktoriin. Tapahtuman yhteydessä yksi pikasulkuventtiili ei avautunut, joten kyseisen pikasulkuryhmän säätösauvat eivät menneet reaktorisydämeen hydraulisesti. Säätösauvat ajettiin reaktoriin automaattisesti sähkömoottorin avulla.

STUK edellytti, että Teollisuuden Voima Oy toimittaa ennen laitosyksikön käynnistämistä STUKille tiedoksi selvityksen tapahtuman aikana havaituista vioista, niiden syistä sekä toimenpiteistä, joilla voimayhtiö toteaa järjestelmien käyttökuntoisuuden. Voimayhtiö toimitti selvityksen STUKille ja käynnisti laitosyksikön tarkastusten ja tarvittavien korjaustoimenpiteiden jälkeen. Tahdistus valtakunnan sähköverkkoon tapahtui 5.9.2007 aamulla.

Kaikkia tapahtuman yhteydessä esille tulleiden vikojen syitä ei ole vielä pystytty selvittämään. Vaihdettuja laitteita tutkitaan ja voimayhtiö toimittaa STUKille myöhemmin raportin, jossa kuvataan tarkemmin tapahtumia ja vikoja sekä määritetään korjaavat toimenpiteet.

Voimayhtiö ilmoitti tapahtumista STUKin päivystäjälle 4.9.2007 aamulla. STUK tiedotti tapahtumasta verkkosivuilla samana päivänä ja julkaisi lehdistötiedotteen 6.9.2007. Lisäksi asiasta tiedotettiin Ruotsin ydinturvallisuusviranomaiselle SKI:lle. Tapahtuma luokiteltiin kansainvälisellä ydinlaitosten seitsenportaisella INES-asteikolla luokkaan 1.



### **Kelpoistamattomia sulakkeita Olkiluoto 1:n ja Olkiluoto 2:n sähköjärjestelmissä**

Teollisuuden Voima Oy havaitsi 7.9.2007, että Olkiluoto 1:n ja Olkiluoto 2:n reaktorilaitosten 24 V:n tasasähköverkkoihin kuuluvien tasasuuntaajien tulo- ja lähtöpuolelle on asennettu sulakkeita, joita ei oltu kelpoistettu turvallisuusluokiteltuihin käyttökohteisiin. Sulakkeet olivat yleisesti teollisuudessa käytettävää tyyppiä ja niitä on asennettu Olkiluodon laitoksille vuosien 2004–2007 aikana.

Reaktorilaitoksen tasasähköverkon tasasuuntaajat muuttavat 660 V:n vaihtosähköverkosta tulevan sähköön 24 V:n tasavirraksi, jota käytetään mm. reaktoriautomaatiojärjestelmien sähkönsyöttöön ja tasasähköverkon akustojen varaamiseen. Tasasuuntaajien sulakkeiden tehtävänä on suojata tasasuuntaajia ja niihin kytkettyjä sähkökeskuksia ylikuormitus- ja vikatilanteissa erottamalla vikaantunut osa. Mikäli tasasuuntaaja ei ole käytettävissä, huolehtivat tasasähköverkon akustot verkon sähkönsyötöstä. Akkujen energia riittää vähintään kahden tunnin ajan.

Vaikka sulakkeet olivat kelpoistamattomia tyyppiä, niiden sähkötekniinen mitoitus oli kunnossa. Laitteiden kelpoistuksen tarkoituksena on varmistua siitä, että laitteen ominaisuudet ovat sopivat aiottuun käyttöpaikkaan ja että tuotteen laadunhallinta on riittävällä tasolla. Sulake on yksinkertainen ja laajalti käytetty laite, joten se suurella todennäköisyydellä olisi käyttäytynyt oikein vaikka sitä ei käyttöpaikkaansa oltu kelpoistettukaan. Vakavaa tapahtumassa oli voimalaitoksen varaosien laadunvalvontamenettelyiden pettäminen, mikä mahdollisti kelpoistamattomien osien asentamisen turvallisuusluokiteltuihin kohteisiin.

Voimayhtiö toimitti STUKille soveltuvuusarvion sulakkeiden kelpoistusta varten ja laati tapahtumasta erikoisraportin.

Tapahtuman INES-luokka on 1.

### **Vääriä sulakkeita Olkiluoto 2:n sammutetun reaktorin välijäähdytys-järjestelmässä**

Teollisuuden Voima Oy tarkasti turvallisuusluokkien 2 ja 3 sähkökeskusten kahvasulakkeiden tyypit Olkiluoto 1:llä ja 2:lla sen jälkeen, kun tasasuuntaajien kelpoistamattomat sulakkeet havaittiin. Tarkastuksessa tuli ilmi, että Olkiluoto 2:n sammutetun reaktorin välijäähdytyspiirin kaikkien neljän pumpun sulakkeiden nimellisjännite oli 500 V, vaikka kyseisessä käyttöpaikassa tulee käyttää 690 V sulakkeita. Sulakkeiden virta-arvo oli oikea. Sulakkeet vaihdettiin oikean nimellisjännitteen omaaviksi sulakkeiksi. Väärien sulakkeiden asennusajankohtaa ei tiedetä, mutta ne ovat saattaneet olla paikoillaan jo laitoksen käyttöönotosta lähtien.

Sulakkeiden tehtävä on katkaista virta, jos jäähdytyspumpun moottori tai syöttökaapeli vikaantuu. Mikäli sulakkeiden nimellisjännite on liian pieni, ei voida olla varmoja, että ne kykenevät katkaisemaan virran tarvittaessa. Virran katkaisu vikatilanteessa rajoittaa moottorin ja kaapeloinnin vaurioita ja estää niistä mahdollisesti seuraavien tulipalojen syntyä sekä häiriön leviämistä virtaa syöttävään jakokeskukseen.

Sulakkeiden virta-arvo oli oikea, joten ei ollut vaaraa sulakkeiden virheellisestä palamisesta eivätkä väärät sulakkeet vaikuttaneet pumppujen käytettävyyteen. Mikäli sulake ei vikatilanteessa olisi kyennyt katkaisemaan vikavirtaa, olisi seurauksena ollut häiriön leviäminen laajemmalle moottoripiiristä, mutta vain yhden osajärjestelmän sisällä.

Väärät sulakkeet vaihdettiin oikean tyyppisiksi. Voimayhtiön tekemissä tarkastuksissa havaittiin muissakin kohteissa sulakkeita, jotka poikkeavat laitosasiakirjoissa määritellyistä sulaketyypeistä, mutta niiden turvallisuusmerkitys ei ole niin suuri kuin välijäähdytyspiirin pumppujen sulakkeiden.

Tapahtuman INES-luokka on 0.

### **Olkiluoto 1:n ja Olkiluoto 2:n reaktorirakennusten paineovet eivät täyttäneet vaatimuksia**

Olkiluoto 1:n ja Olkiluoto 2:n reaktorirakennuksissa on tehty muutoksia paineenkestäviin oviin ilman asianmukaisia hyväksyntöjä. Ovista on poistettu kynnyksiä ja käyntiovia on lisätty. Suuri osa muutoksista on tehty jo laitoksen käytön alkuvaiheessa, osa todennäköisesti viime vuosina. Reaktorirakennuksen ovet on luokiteltu turvallisuusluokkaan 3 ja lisäksi osa niistä on osastovia palo-ovia. Tällaisille oville tehtävät muutokset edellyttävät sekä voimayhtiön sisäistä hyväksyntää että viranomaishyväksyntää. Muutosten hyväksynnät oli kuitenkin jätetty tekemättä.

Muutoksilla on ollut tarkoitus helpottaa henkilöiden ja tavaroiden kulkua ovista. Muutosten tekijöillä ei ole ollut tietoa ovien alkuperäisistä

suunnitteluvaatimuksista, turvallisuusluokan 3 aiheuttamista vaatimuksista tai tyyppihyväksytyille palo-oville olemassa olevista vaatimuksista, tai näitä vaatimuksia ei ole osattu yhdistää kyseisiin oviin. Tehtyjen ovimuutosten vaikutus ydinturvallisuuteen on kuitenkin ollut vähäinen; kysymys on ollut virheellisistä toimintatavoista muutosten toteutuksessa.

Kaikki reaktorirakennusten paineovet ja palo-ovet on tarkastettu ja korjattu. Paineenkestoa vaativat ovet on korjattu asentamalla uudet kynnykset tai ovet on uusittu luvanhaltijan laatiman ovien vaihtosuunnitelman mukaisesti. Muutamien ovien paineenkesto on tarkastettu laskelmilla. Myös muiden rakennusten palo-ovet, erityisesti kulkureiteillä olevat, tarkastetaan ovien huolto-ohjelman yhteydessä vuonna 2008.

Jotta tulevaisuudessa välttyttäisiin vastaavilta tapahtumilta, kunnossapitotöiden työnjohtajille järjestetään koulutusta niistä vaatimuksista, jotka on otettava huomioon turvallisuusluokiteltuihin rakenteisiin sekä paloteknisesti osastoiviin rakenteisiin tehtävissä muutoksissa. Muutostyövastaaville painotetaan, että alkuperäiset suunnittelukriteerit on selvitettävä ennen muutoksien tekemistä.

### **Olkiluoto 2:n reaktoripikasulku korkeapaineturbiinin säätöventtiilin aiheuttoman sulkeutumisen takia**

Olkiluoto 2:lla tapahtui reaktoripikasulku turbiinipuolen venttiilin vian seurauksena. Laitosyksikkö oli irti valtakunnan sähköverkosta noin 18 tuntia.

Reaktorissa syntyvä höyry ohjataan neljää päähöyryputkea pitkin korkeapaineturbiinille ja edelleen höyrylinjoja pitkin neljälle matalapaineturbiinille. Turbiinit pyörittävät generaattoria, joka tuottaa sähköä valtakunnan verkkoon. Päähöyryputkissa on säätöventtiilit, joiden avulla säädetään höyryvirtausta.

Olkiluoto 2:n reaktoritehoa oltiin nostamassa 29.12.2007 illansuussa, kun yksi päähöyryputkien neljästä säätöventtiilistä avautui liikaa ja sulkeutui heti perään. Höyryvirtauksen nopea pieneminen aiheutti höyrynpaineen ja sitä kautta reaktoritehon kasvun, josta seurasi reaktoripikasulku. Reaktoriteho oli ennen tapahtumaa noin 80 % nimellistehosta. Säätöventtiilin virheellisen toi-

minnan syynä ollut viallinen toimilaite vaihdettiin ennen laitosyksikön käynnistämistä.

Tapahtuma luokiteltiin kansainvälisellä ydinalaitosten seitsenportaisella INES-asteikolla luokkaan 0.

Ennen tapahtumaa laitosyksiköllä oli ollut useita häiriöitä, joiden vuoksi se oli ollut irti valtakunnan sähköverkosta kahteen otteeseen 28.–29.12.2007. Tehonalennusta vaativien määräaikauskokeiden yhteydessä 28.12.2007 oli vaihdettu yhden pääkiertopumpun taajuusmuuntajan vikaantunut vaiheyksikkö. Nostettaessa reaktorin tehoa määräaikauskokeiden jälkeen todettiin, että kyseinen pääkiertopumppu pyörii väärin päin. Laitosyksikkö pysäytettiin, jotta pumppu voitiin käynnistää uudelleen. Pumpun käynnistys onnistui, mutta turbiinilaitoksella havaitut pienet höyryvuodot hidastivat ylösajoa niin, että laitosyksikkö tahdistettiin valtakunnan verkkoon vasta 29.12.2007 iltapäivällä. Noin 15 minuuttia tahdistuksen jälkeen laitosyksikkö irtosi taas verkosta, tällä kertaa laakerien värinän aiheuttaman turbiinipikasulun vuoksi. Seuraava valtakunnan verkkoon tahdistus tapahtui noin tunti katkoksen jälkeen. Noin neljän tunnin kuluttua tästä eteenpäin tapahtui edellä kuvattu pikasulku.

### **Olkiluoto 1:n ja Olkiluoto 2:n suojarakennusten eristysventtiilejä TTKE:n vastaisesti lukitsematta**

Olkiluodon voimalaitoksella havaittiin 18.12.2007, että molemmilla laitosyksiköillä on 24 käsin ohjattavaa suojarakennuksen eristysventtiiliä, joita ei ole lukittu turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) mukaisesti. Lukituksella varmistetaan, että venttiilin asentoa ei pysty muuttamaan vahingossa. Kyseiset venttiilit olivat lukitusten puuttumisesta huolimatta oikeassa tilassa (kiinni).

Venttiilien asennot tarkastetaan vähintään kerran vuodessa, vuosihuoltojen päätteeksi, nk. perustilaluetteloiden avulla. Syynä tapahtumaan oli se, että tarkastuksiin käytettävissä ohjeissa ei perustilaluetteloihin ole merkitty venttiilien lukitsemista.

Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0. Voimayhtiö laati tapahtumasta erikoisraportin.

## LIITE 4 STUKin myöntämät ydinenergialain mukaiset luvat 2007

### Teollisuuden Voima Oy

- C214/279, 5.1.2007  
Australialaista alkuperää olevaa uraania sisältävän ydinpolttoaineen maahantuonti Espanjasta. 95 nippua, yhteensä enintään 16 800 kg matalasti rikastettua uraania. Voimassa 31.12.2007 saakka.
- C214/280, 5.1.2007  
Ydinpolttoaineen maahantuonti Ruotsista. 45 nippua, yhteensä enintään 7 650 kg matalasti rikastettua uraania. Voimassa 31.12.2007 saakka.
- C214/281, 5.1.2007  
Ydinpolttoaineen maahantuonti Ruotsista. 73 nippua, yhteensä enintään 12 450 kg matalasti rikastettua uraania. Voimassa 31.12.2007 saakka.
- C214/283, 12.1.2007  
Zirkonium-putkia sisältävien mallinippujen maahantuonti Espanjasta. 2 nippua, yhteensä enintään 110 kg zirkoniumia. Voimassa 30.6.2007 saakka.
- C214/285, 12.3.2007  
Zirkonium-sauvoja sisältävien mallinippujen vienti Espanjaan. 2 nippua, yhteensä enintään 110 kg zirkoniumia. Voimassa 31.5.2007 saakka.
- C214/287, 3.4.2007  
Varaosasäätösauvojen maahantuonti Ruotsista. 4 kappaletta, joiden kappalepaino on noin 130 kg. Voimassa 31.12.2007 saakka.
- C821/88, 28.9.2007  
Valvonnasta vapautettavan jäteöljyerän (8,6 m<sup>3</sup>) luovutus Ekokem Oy:lle poltettavaksi. Voimassa 31.12.2008 saakka.
- C214/290, 1.11.2007  
Zirkonium-seoksesta valmistettujen sauvojen maahantuonti Ruotsista. 2 sauvaa, yhteensä enintään 4 kg zirkoniumia. Voimassa 31.3.2008 saakka.
- C214/291, 1.11.2007  
Australialaista alkuperää olevaa uraania sisältävän ydinpolttoaineen maahantuonti Espanjasta. 110 nippua, yhteensä enintään 19 600 kg matalasti rikastettua uraania. Voimassa 31.12.2008 saakka.
- G214/2, 1.11.2007  
Olkiluoto-3 ydinvoimalan rakentamisessa ja käytössä tarvittavien laitteiden, laitteistojen ja ohjelmistojen maahantuonti Ranskasta, Saksasta ja Japanista. Lupa kattaa mm. reaktori-paineastian kansineen ja sisäosineen, pääkier-topumppuja, höyrystimä, säätösauvoja ja niiden ohjauslaitteita, polttoaineen siirtokoneen sekä reaktorin säätö- ja valvontaohjelmiston ja se on voimassa 31.12.2010 saakka.
- C821/89, 20.11.2007  
Valvonnasta vapautettavan jäteöljyerän (n. 400 kg) luovutus Ekokem Oy:lle poltettavaksi. Voimassa 31.12.2007 saakka.
- C214/292, 17.12.2007  
Kanadalaista alkuperää olevaa uraania sisältävän ydinpolttoaineen maahantuonti Ruotsista. 64 nippua, yhteensä enintään 11 200 kg matalasti rikastettua uraania. Voimassa 31.12.2008 saakka.
- C214/293, 17.12.2007  
Ydinpolttoaineen maahantuonti Ruotsista. 62 nippua, yhteensä enintään 10 800 kg matalasti rikastettua uraania. Voimassa 31.12.2008 saakka.

**Fortum Power and Heat Oy**

- A214/94, 5.1.2007  
Loviisan automaatiouudistukseen liittyvien laitteiden tuonti Saksasta. Voimassa 31.12.2007 saakka.
- A214/98, 19.4.2007  
Espanjasta tuotavan säteilyttämättömän polttoaineen kuljetus Suomen alueella. 99 nippua, yhteensä noin 12 500 kg matalasti rikastettua uraania. Voimassa 31.12.2007 saakka.
- A214/99, 3.5.2007  
Korjaus lupaan A214/98, 19.4.2007 uraanin rikastustasteen osalta. Voimassa 31.12.2007 saakka.
- A214/100, 24.7.2007  
Boorinmittauslaitteiston maahantuonti Saksasta. 9 neutronien ilmaisim- ja mittauslaitetta. Voimassa 31.12.2007 saakka.
- A214/106, 17.12.2007  
Loviisan automaatiouudistukseen liittyvien laitteiden tuonti Saksasta. Luvan A214/94, 5.1.2007 voimassaolon jatkaminen 31.12.2008 saakka.

**Muut**

- F214/18, 28.8.2007 VTT  
APROS-simulointiohjelmiston vienti Saksaan. Voimassa 31.12.2008 saakka.
- Y214/164, 1.11.2007 VTT  
Uraaninäytteiden vienti tutkimustarkoitukseen Saksaan ja Ruotsiin. Yhteensä 43 g uraania. Voimassa 31.12.2007 saakka.
- A214/105, 6.11.2007 Fortum Nuclear Services Oy  
APROS-simulointiohjelmiston vienti Ruotsiin. Voimassa 30.4.2008 saakka.
- Y214/169, 19.12.2007 Helsingin yliopisto,  
Radiokemian laboratorio  
Ydinaineiden toimintalupa (pitää hallussa, käsitellä, käyttää ja varastoida tutkimustarkoituksessa ydinaineita radiokemian laboratoriossa). Enintään 3 kg toriumia, 25 kg köyhdytettyä uraania, 60 kg luonnonuraania, 1500 g rikastettua uraania ( $^{235}\text{U}$ :n ja  $^{233}\text{U}$ :n osuus yhteensä enintään 75 g) ja 5 g plutoniumia. Voimassa 31.12.2017 saakka.

## LIITE 5 Ydinvoimalaitosten käytön tarkastusohjelma

Käytön tarkastusohjelman tarkastuksissa käydään läpi turvallisuusjohtamista, toiminnan pääprosesseja sekä menettelytapoja ja järjestelmien teknistä hyväksyttävyyttä. Tarkastuksilla valvotaan, että laitoksen turvallisuuden arviointi, käyttö, ylläpito

ja suojelutoiminta vastaavat ydinturvallisuussäätöjen vaatimuksia. Vuosittainen tarkastusohjelma saatetaan luvanhaltijan tietoon vuoden alussa ja tarkastusajankohdat sovitaan luvanhaltijan edustajien kanssa.

Perusohjelma	Vuoden 2007 tarkastukset	
	Loviisan voimalaitos	Olkiluodon voimalaitos
<b>A. Turvallisuusjohtaminen</b>		
A.1. Turvallisuuden hallinta	x	x
<b>B. Päätoiminnot</b>		
B.1. Turvallisuuden arviointi ja parantaminen		
B.2. Käyttötoiminta		
B.3. Laitoksen ylläpito ja ikääntymisen hallinta		
<b>C. Toimintayksikkö- ja osaamisaluekohtaiset tarkastukset</b>		
C.1. Laitoksen turvallisuustoiminnot	x	x
C.2. Sähkö-, instrumentointi- ja automaatiotekniikka	x	
C.3. Konetekniikka *		
C.4. Rakenteet ja rakennukset		
C.5. PSA:n käyttö turvallisuuden hallinnassa	x	
C.6. Asiakirja- ja tietohallinnon toimivuus		
C.7. Kemia	x	x
C.8. Ydinjätteet *	x	x
C.9. Säteilysuojelu	x	x
C.10. Palontorjunta	x	x
C.11. Valmiusjärjestelyt	x	x
C.12. Turvajärjestelyt	x	
C.13. Koulutustoiminta / Henkilöstöresurssit ja koulutus	x	x
C.14. Laadunvarmistustoiminta	x	x
C.15. LARA	x	
C.16. Kansainvälinen käyttökokemustoiminta	x	x
C.18. Käyttö	x	x
C.19. Organisaatiomuutosten hallinta		x
C.20. Reaktorifysiikkatoimiston henkilöresurssit		x

\* Tarkastus koostuu useasta osatarkastuksesta

## LIITE 6 Rakentamisen aikainen tarkastusohjelma

Olkiluoto 3:n rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman tavoitteena on todentaa, että laitoksen rakentamisen vaatimat toiminnot varmistavat laadukkaan ja hyväksytyjen suunnitelmien mukaisen toteutuksen viranomaismääräyksiä noudattaen ja vaarantamatta laitospaikalla käyviä laitoksia. Tarkastusohjelmassa arvioidaan ja valvotaan

luvanhaltijan toimintaa laitoksen toteuttamiseksi, laitoksen toteutukseen liittyviä menettelyjä eri tekniikan alueilla, luvanhaltijan asiantuntemusta ja asiantuntemuksen käyttöä, turvallisuusasioiden käsittelyä ja laadunhallintaa ja -ohjausta. STUK tekee puolivuositain suunnitelman Olkiluoto 3:n tarkastuksista.

	Tarkastukset 2007
<b>Päätoiminnot</b>	
Projektin laadunhallinta (kaksi tarkastusta 2007)	
• 20.–21.6.2007	x
• 3.–4.12.2007	x
Projektin johtaminen, resurssit ja turvallisuusasioiden käsittely 31.5.–1.6.2007	x
<b>Työprosessit</b>	
Käyttöhenkilökunnan koulutus 4.–5.10.2007	x
Laadunvarmistus (kaksi tarkastusta 2007)	
• Hankinnan ohjausprosessi 28.2.2007	x
• Ydinturvallisuus 15.–16.10.2007	x
PRA:n hyödyntäminen 18.9.2007	x
Tarkastusmenettelyt (kaksi tarkastusta 2006)	x
<b>Tekniikan alueiden tarkastukset</b>	
• Mekaaniset laitteet 11.–12.6.2007	x
• Sähkö- ja automaatiotekniikka 28.–29.8.2007	x
TVO:n tarkastusmenettelyt 15.–16.3.2007	
Säteilyturvallisuus 1.3.2007	
Ohjelman ulkopuolinen tarkastus työmaavalvontaan 23.8.2007 ja 5.9.2007	
<b>Käytön tarkastusohjelman tarkastusten yhteydessä tarkastettavat</b>	
Valmiusjärjestelyt	x
Turvajärjestelyt	x
Palontorjunta	x
Ydinjätteiden käsittely	

## LIITE 7 Vuonna 2007 valmistuneet STUKin rahoittamat toimeksiannot

### Ydinvoimalaitokset

#### Viranomaispäätöksiin liittyvät toimeksiannot

#### *Olkiluoto 3*

Paloturvallisuuden arviointi; FRNC-kaapelit (osa 1); VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Suojarakennuksen betonointiosien valvonta; Osien X04 ja X15 ja betonointivalmiuden valvonta Olkiluodossa 5.–9.2.2007; VTT

PEB-järjestelmän jäähdytysvesiputkien kumiointispesifikaation tarkastaminen; Fortum Power and Heat Oy, Turbines

Suojarakennuksen altaat; 30FAE01, 30FAF01, 30FAF02 ja 30FAF03 vuorauksen rakennesuunnitelman päivitysaineistojen tarkastus; Insinööritoimisto Pontek Oy

Polttoainerakennus; Altaiden (30FAB01, 30FAB11 ja 30FAB12) vuorauksen rakennussuunnitelman päivitysaineistojen tarkastaminen; Insinööritoimisto Pontek Oy

Vetypaloja analysoivan TONUS-tietokoneohjelman validointi; VTT

Turvallisuusluokkaan 3 kuuluvat rakennukset; Lausunto suunnitteluohjeesta NGPM2/2004/en/0221; Insinööritoimisto Pontek Oy

Sisäänkulkurakennus; Suunnitteluaineiston tarkastus; Insinööritoimisto Pontek Oy

Suojarakennuksen betonointiosien valvonta; Osien X16 ja X17 ja betonointitapahtumien valvonta Olkiluodossa 29.–30.5.2007; VTT

Vakavien onnettomuuksien lähdetermin vertailulaskut; VTT

Pinnoitteet; Piinointesuunnitelmien ja maalausyhdistelmien tarkastaminen; Fortum Power and Heat Oy, Turbines

Polttoainerakennus; Suunnitteluaineiston tarkastaminen tasolta –9.600 tasolle –6.200; Insinööritoimisto Pontek Oy

Suojarakennuksen tiivistelevy; Pinnoiteolosuhteiden ja -työn valvonta Puolassa, Energomontaz Polnoc Gdyniassa 27.–29.6.2007; Fortum Power and Heat Oy, Turbines

Turvallisuusrakennukset; Rakennusten 1–4 suunnitteluaineisto, kokonaisstabiilitarkastelut; Insinööritoimisto Pontek Oy

Vedynhallintastrategian arviointi; Work Package 2: Participation in the review of the vendors proposals; Institute for Safety and Reliability (ISaR)

Turvallisuusrakennukset; 1 ja 4, suunnitteluaineisto tasolta –9.600 tasolle –5.000; Insinööritoimisto Pontek Oy

Turvallisuusrakennukset; Turvallisuusrakennusten 2 ja 3 suunnitteluaineisto tasolta –9,600 tasolle –5,00; Insinööritoimisto Pontek Oy



Polttoainerakennus; Suunnitteluaineisto tasolta –6,200 tasolle –3,400; Insinööritoimisto Pontek Oy

Reaktoripainesäiliön kannatinrenkaan maalausohjeen TEA 302 ja pinnoitusohjeen SC-G/2006/EN094 tarkastaminen; Fortum Power and Heat Oy, Turbines

Pumppaamorakennuksen 31-32UQB suunnitteluaineiston tarkastus; Insinööritoimisto Pontek Oy

IRWST-altaan teräsverhouksen rakennesuunnitelman tarkastaminen; Insinööritoimisto Pontek Oy

Varavoima-diesलगeneraattorierakennusten 31-34 suunnittelaineiston tarkastus; Insinööritoimisto Pontek Oy

Turvallisuusrakennukset; 1 ja 4, suunnitteluaineiston tasolta –5,000 tasolle +0,000 tarkastus; Insinööritoimisto Pontek Oy

Aaltoilualtaan (30UQJ) suunnitteluaineiston tarkastus; Insinööritoimisto Pontek Oy

Polttoainerakennus; Suunnitteluaineisto tasolta –3,400 tasolle +0,000, aineiston tarkastus; Insinööritoimisto Pontek Oy

Reaktorirakennus; IRWST-altaan teräsverhouksen rakennesuunnitelma päivitys, aineiston tarkastus; Insinööritoimisto Pontek Oy

Turvallisuusrakennukset; Rakennusten 2 ja 3 kokonaisstabiilitarkastelut, aineiston päivitys sekä suunnitteluaineiston tasolta –5,000 tasolle +0,000 tarkastus; Insinööritoimisto Pontek Oy

Turvallisuusrakennukset; rakennusten 1 ja 4 suunnitteluaineisto, kokonaisstabiilitarkastelujen päivitys; Insinööritoimisto Pontek Oy

Betonitunnelit; 31-34 UQZ/UBZ/UMZ suunnitteluaineiston tarkastaminen; Insinööritoimisto Pontek Oy

### *Olkiluodon voimalaitos*

Inhimillisperäisten virheiden tutkimus kunnossapitohistorian avulla; Olkiluoto 2005; VTT

### *Loviisan voimalaitos*

KLUPA – Loviisan käyttöluvan uusimiseen liittyvät vertailuanalyysit; VTT

Inhimillisperäisten virheiden tutkimus kunnossapitohistorian avulla; Loviisa 2005; VTT

### *Muut*

Ydinvoimalaitosten tietoturvan tarkastaminen; VTT

Ydinvoimalaitosten henkilöstön osaamisen kehittämistoiminnan arviointi; Aamu Consulting Oy

Vakavan ydinvoimalaitosonnettomuuden päästörajat ja ympäristön säteilyannokset; VTT

Säämast-GUI – ydinvoimalaitosten säämastohavaintojen käsittely- ja visualisointijärjestelmä; IL

Ydinvoimalaitosten automaatiojärjestelmien arviointi; 2006; VTT

## Ydinjätehuolto

### Viranomaispäätöksiin liittyvät toimeksiannot

Posiva, TVO ja FPH – TKS-2006, Nuclear waste management of the Olkiluoto and Loviisa power plants, Programme for research, development and technical design for 2007–2009; Review Group (Michael Apted, Randolph Arthur, Adrian Bath, Auli Niemi, David Read, Peter Robinson, Ove Stephansson, Sevn Tirén, Chin-Fu Tsang)

Posiva – Expected Evolution of a Spent Nuclear Fuel Repository at Olkiluoto (POSIVA 2006-05); Review Group (Michael Apted, Randolph Arthur, Adrian Bath, Martin Mazurek, Auli Niemi, Matti Saarnisto, Timo Saario, Ove Stephansson, Sven Tirén, Chin-Fu Tsang)

Posiva – Olkiluoto Site Description (POSIVA 2007-03); SONEX Review Group (Adrian Bath, Martin Mazurek, Auli Niemi, Ove Stephansson, Sven Tirén)

Posiva – Laitoskuvaus 2006; Ove Stephansson

Posiva – Geological Mapping of the Region Surrounding the Olkiluoto Site (WR 2007-30); Sven Tirén

Posiva – EBS:ään liittyvät avoimet turvallisuuskysymykset; AEGIS Review Group (Michael Apted, Randolph Arthur, Hannu Hänninen)

Posiva – Paikkatutkimuksiin liittyvät avoimet turvallisuuskysymykset; SONEX Review Group (Adrian Bath, Martin Mazurek, Auli Niemi, Ove Stephansson, Sven Tirén)

Posiva – Onkalo-projektin kallioteknisten suunnitelmien ja rakentamisen tarkastaminen; Ortogeo Oy

Posiva – SR Can; VTT

TVO – Olkiluodon VLJ-luolan turvallisuusperustelun arviointityön tuki; VTT

## LIITE 8 Sanasto ja lyhenteet

### **BWR, boiling water reactor**

kiehutusvesireaktori

### **Euratom**

ydinmateriaalivalvonnassa tällä viitataan Euroopan komission ydinmateriaalivalvonnasta vastaaviin yksiköihin: Energian ja liikenteen pääosasto, linjat H ja I

### **FSAR, Final Safety Analysis Report**

lopullinen turvallisuusseloste

### **IAEA, International Atomic Energy Agency**

Kansainvälinen atomienergiajärjestö

### **INSAG, International Nuclear Safety Group**

IAEA:n pääjohtajan koolle kutsuma kansainvälinen ydinturvallisuusryhmä

### **IRS, Incident Reporting System**

IAEA:n ja NEA:n ylläpitämä ydinvoimalaitosten käyttökokemusten raportointijärjestelmä

### **KYT**

kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma

### **MDEP, Multinational Design Evaluation Programme**

monikansallinen uusien ydinvoimalaitosten lisensioinnin viranomaiskäytäntöjä ja vaatimuksia arvioiva yhteistyöohjelma

### **NKS, Nordisk kärnsäkerhetsforskning**

pohjoismainen turvallisuustutkimusohjelma

### **OECD/NEA, Nuclear Energy Association**

OECD-maiden ydinenergiajärjestö

### **Onkalo**

käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen maanalainen tutkimustila

### **PRA, Probabilistic Risk Analysis**

todennäköisyysperustainen riskianalyysi

### **PWR, pressurized water reactor**

painevesireaktori

### **SAFIR, Safety of nuclear power plants – Finnish national research programme**

julkisrahoitteinen ydinvoimalaitosten turvallisuustutkimusohjelma

### **SAGSI, Standing Advisory Group on Safeguards Implementation**

IAEA:n pääjohtajan koolle kutsuma kansainvälinen ydinmateriaalivalvonnan asiantuntijaryhmä

### **STUK-YVL-ohjeisto**

YVL-ohjeisto uudistetaan vuoden 2011 loppuun mennessä ja uudet ohjeet julkaistaan STUK-YVL-ohjeina

### **TTKE**

turvallisuustekniset käyttöehdot

### **WANO, World Association of Nuclear Operators**

ydinvoimaa käyttävien organisaatioiden järjestö

### **WENRA, Western European Nuclear Regulators' Association**

Euroopan maiden ydinturvallisuusviranomaisten yhteistyöelin

**VVER, Vodo-Vodyanoi Energetichesky Reactor**

Venäläinen painevesireaktori (Loviisa 1 ja Loviisa 2 ovat VVER-440-painevesireaktoreita).

**Ydinaine**

Ydinenergian aikaansaamiseen soveltuva erityinen halkeamiskelpoinen aine ja lähtöaine, kuten uraani, torium ja plutonium.

**Ydinmateriaali**

Ydinaine sekä ydinenergiainlain 2 §:n 1 momentin 4 ja 5 kohdassa tarkoitettu muu aine (ydinkäyttöön tarkoitettu deuterium ja grafiitti), laite, laitteisto ja tietoaineisto (ydinenergia-asetuksen 1 § 8-kohta).

**Ydinmateriaalikäsikirja**

Ydinmateriaalien haltijalta edellytetty käsikirja, joka kuvaa ydinmateriaalien valvonta- ja kirjanpitojärjestelmän.

**Ydinsulkukäsikirja**

Tulevalta ydinmateriaalien haltijalta edellytetty käsikirja, joka kuvaa, miten toiminnanharjoittaja varmistaa tulevan ydinmateriaalivalvonnan edellytykset.

**Ydinsulkuvalvonta**

Ydinaseiden leviämisen estämiseksi tehtävä valvontatyö, käsittää ydinmateriaalivalvonnan ja ydinkoekiellon valvonnan.

**YVL-ohjeisto**

Ohjeisto, jossa STUK esittää yksityiskohtaiset ydinlaitosten turvallisuutta koskevat vaatimukset.